

TEXTE

28/2015

30 Jahre SRU-Sondergutachten

„Umweltprobleme der Landwirtschaft“

- eine Bilanz

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

TEXTE 28/2015

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3712 88 288
UBA-FB 002092

30 Jahre SRU-Sondergutachten

„Umweltprobleme der Landwirtschaft“

- eine Bilanz

von

Alois Heißenhuber, Wolfgang Haber, Christine Krämer
TU München-Weihenstephan
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
Freising-Weihenstephan

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

TU München-Weihenstephan
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
Alte Akademie 14, 85350 Freising-Weihenstephan

Abschlussdatum:

2014

Redaktion:

Fachgebiet I 3.6 Ländliche Entwicklung und Landwirtschaft
Frederike Balzer, Knut Ehlers

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltprobleme-in-der-landwirtschaft>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2015

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3712 88 288 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Gemeinsames Vorwort

Nach dem zweiten Weltkrieg erfolgte neben dem allgemeinen Wiederaufbau auch eine umfassende, die bisherigen Ausmaße weit überschreitende Umgestaltung der Landwirtschaft. Ihre Ziele waren klar: die unumgängliche Steigerung der Nahrungsproduktion und die Sicherung der wirtschaftlichen Existenz der Landwirtschaft. Sie wurden unter Einsatz aller organisatorischen, technischen, chemischen und biologischen Mittel, sowie mit massiver staatlicher Unterstützung, verfolgt und fanden – in der noch wachen Erinnerung an die Versorgungsmängel der letzten Kriegs- und ersten Nachkriegsjahre – zunächst auch allgemeine Akzeptanz, verbunden mit einer grundsätzlich positiven Einschätzung der Landwirtschaft. Seit den 1950er Jahren war die auf Produktionssteigerung und Einkommenssicherung ausgerichtete Agrarpolitik eine europäische.

Doch seit den 1960er Jahren zeigten sich immer mehr Nachteile dieser Politik. Die Intensivierung der Landnutzungen führte weithin zum Verschwinden des traditionellen, abwechslungsreichen Erscheinungsbilds der Agrarlandschaft, und mit ihm vieler Pflanzen- und Tierarten, die ihre Biotope verloren. Noch gravierender wirkten die zunehmenden Belastungen der Umweltgüter Boden, Wasser und Luft, die aber nicht allein von der Landwirtschaft, sondern auch von dem enormen Aufschwung aller übrigen Wirtschaftssektoren verursacht wurden.

Die allgemeine Verschlechterung der Umweltsituation bedingte 1970 die Etablierung des neuen Politikfeldes Umweltschutz, angesiedelt im Bundesministerium des Innern, mit eigenen Zuständigkeiten und Vorschriften. Auch die wissenschaftliche Untersuchung der Umweltbelastungen und ihrer Ursachen nahm Fahrt auf und führte etwa zur Gründung des Umweltbundesamtes (UBA) und des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU).

Im praktischen Umweltschutz lag das Augenmerk zunächst auf den von Industrie, Verkehr und städtischem Leben verursachten Belastungen: Rauchende Schloten, Schaumberge auf den Flüssen und wilde Müllkippen signalisierten dringenden Handlungsbedarf. Auch der Himmel über der Ruhr sollte wieder blau werden. Grundlegende rechtliche Weichenstellungen zum Immissionsschutz, zu Wasser und Abfall wurden auf den Weg gebracht. Wie der Bodenschutz blieb auch die Landwirtschaft zunächst ausgespart, weil sie als Garant der Nahrungsversorgung großes politisches Gewicht hatte und dieses nutzte, um Umweltauflagen abzuwenden. Ein Beispiel dafür waren die „Landwirtschaftsklauseln“ im 1976 beschlossenen Bundesnaturschutzgesetz, das die Landwirtschaft vom Verursacherprinzip des Umweltschutzes weitgehend ausnahm und ihr weitere öffentliche Hilfen sicherte. Doch die von ihr bedingten Belastungen und Schäden an der Umwelt nahmen weiter zu. Daher entschloss sich der SRU 1983 zur Erarbeitung eines Sondergutachtens zu diesem Thema, das einer der Verfasser dieses Vorworts, damals Mitglied des Rates und Ökologe an einer landwirtschaftlichen Hochschulfakultät, maßgeblich beeinflusste.

Das 1985 erschienene Sondergutachten „Umweltprobleme der Landwirtschaft“ war die erste, gründlichste und ausführlichste Darstellung der Auswirkungen der modernen Landwirtschaft auf Natur und Umwelt und hat bleibende Maßstäbe gesetzt. Daher wurde

es 1992 noch gesondert als Buch veröffentlicht¹. Es arbeitete auf die volle Einbeziehung der Landwirtschaft in das Verursacherprinzip hin und gab weitreichende, ausgewogene Empfehlungen für eine umweltgerechte Landbewirtschaftung, die ja mehr als die Hälfte der Landesfläche prägt. Zur Einbeziehung der Ziele des Umwelt- und Naturschutzes sollten der Landwirtschaft neue Pflichten und Verantwortlichkeiten auferlegt werden, die aber auch der Stärkung ihres öffentlichen Ansehens dienen würden.

Die Wirkung des Gutachtens entfaltete sich nur langsam, erhielt aber im Jahr 1992 auf der Rio-Konferenz von 178 Staaten mit der „Agenda 21“ beschlossenen Leitprinzip der Nachhaltigen Entwicklung – dem die moderne Landnutzung nicht entspricht – zusätzlichen Auftrieb. Die im gleichen Jahr begonnenen Bemühungen um schrittweise Reformen der EU-Agrarpolitik folgten im Ansatz vielen Empfehlungen des SRU.

Doch die Eigendynamik der Landwirtschaft wie auch der Umweltsituation führte auch zu neuen Problemen. Die europäische und nationale Agrarpolitik konnte und wollte nicht verhindern, dass die Zahl der Landwirte und der Landwirtschaftsbetriebe ständig sank, die verbleibenden Betriebe immer größer wurden, sich spezialisierten, ihre Produktion intensivierten und der „bäuerliche“ immer stärker in einen industrieartigen Betriebscharakter überging. Die Umweltpolitik verlagerte in den vergangenen 15 Jahren ihre Aufmerksamkeit zunehmend auf die Klima- und Energiepolitik. Das hatte Folgen: So wurden etwa die Umweltfolgen der Bioenergieförderung nur unzureichend beachtet. Die ackerbaulich erzeugten Energiepflanzen (so genannte Anbau-Biomasse, im Unterschied zur Abfall-Biomasse), insbesondere der wegen seiner hohen Flächenerträge, hohen Gülle-Verträglichkeit und seines hohen Energieinhalts für die Biogas-Erzeugung bevorzugte Mais, lösten einen zusätzlichen Intensivierungsdruck auf vorhandenen Ackerflächen und Produktionsausweitungen zu Lasten bisheriger Grünlandstandorte aus. Dadurch wurden mühsam erreichte umweltentlastende Trends konterkariert, die Nitratgehalte im Grundwasser stiegen wieder an und durch Grünlandumbruch, vor allem auf Niedermoor-Standorten, wurden klimawirksame Spurengase in erheblichem Umfang freigesetzt. Hinzu kommt der erhebliche Umweltdruck der intensiven Tierhaltung.

Zugleich wurden in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche europäische Umweltrichtlinien beschlossen, die für den Schutz der Gewässer, den Naturschutz und die Luftreinhaltung zum Teil anspruchsvolle Schutzstandards vor Umweltbelastungen aus der Landwirtschaft festgelegt haben. Gleichwohl sind es gerade die Belastungen aus der Landwirtschaft, die wesentlich zu den oftmals beklagten Vollzugsdefiziten der europäischen Umweltpolitik beitragen. Auch wenn sich die Reformbemühungen um die europäische Agrarpolitik fortsetzen und eine zunehmend kritische Verbraucherbewegung für ökologischen Landbau und gegen die Massentierhaltung entwickelt hat, bleibt der Problemdruck nach wie vor unverändert hoch.

In dieser Situation erschien es nützlich, das SRU-Landwirtschaftsgutachten von 1985 wieder durchzuarbeiten und seine Ausführungen mit den heutigen Verhältnissen zu vergleichen. Als sein damaliger Mitverfasser hat der erstgenannte Unterzeichner den Auftrag des Umweltbundesamtes begrüßt und sich gerne an der Bearbeitung beteiligt. Dies verleiht dem vorliegenden Bericht, dessen Umfang dem damaligen Gutachten

¹) Haber, W., Salzwedel, J., 1992: Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sachbuch Ökologie. Stuttgart: Metzler-Poeschel. 176 S., 29 Abb., 13 Tab.

nahekommt, eine besondere Authentizität. Er analysiert, was es in fast 30 Jahren bewirkt hat oder nicht bewirken konnte, welchen seiner Empfehlungen gefolgt oder nicht gefolgt wurde, und welche Umweltprobleme weiterhin bestehen. Es wird erörtert, ob oder wie weit die neu hinzugekommenen Probleme mit den Vorgaben des SRU-Gutachtens behandelt werden können.

Im Ergebnis zeigt sich: Die damaligen Ausführungen des Rates zum Problemkreis Umweltschutz und Landwirtschaft waren grundsätzlich und auch tendenziell richtig; wir verweisen dazu besonders auf die einführende Beschreibung über die Stellung der Landwirtschaft in Umwelt und Gesellschaft in Kapitel 1.1. Seither haben sich der SRU, das Umweltbundesamt und andere wissenschaftliche Institutionen kontinuierlich für eine ökologische Neuausrichtung der europäischen und nationalen Agrarpolitik eingesetzt. Doch Wissen allein ist noch nicht Macht. Somit stehen die grundlegenden Reformen, die die Landwirtschaftspolitik und den Landwirtschaftssektor in Einklang mit den Erfordernissen einer nachhaltigen Landnutzung bringen, noch immer aus. In diesem Sinne ist das Gutachten von 1985 noch immer hochaktuell.

Die Unterzeichner danken den an der Erarbeitung des vorliegenden Berichts beteiligten Experten sehr herzlich, insbesondere Frau Dr. Christine Krämer (mareg markt + region) und Prof. Dr. Alois Heißenhuber (TU München). Das Umweltbundesamt dankt darüber hinaus für die angenehme und konstruktive Zusammenarbeit. Wir wünschen der Schrift eine ausgiebige Verbreitung und rege Diskussion. Die Unterzeichner sind sich sicher, dass der fachliche Austausch zum Thema weitergehen wird und hoffen, einen fachlich fundierten und engagierten Beitrag dazu geleistet zu haben.

Wolfgang Haber

Martin Faulstich

Maria Krautzberger

Kurzbeschreibung

1985 hat sich der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in einem Sondergutachten ausführlich mit den Umweltproblemen der Landwirtschaft befasst. Das vorliegende Gutachten geht der Fragestellung nach, wie sich die Umweltproblematik der Landwirtschaft seit 1985 entwickelt hat und welche der vorgeschlagenen Empfehlungen des SRU zur Minderung der negativen landwirtschaftlichen Umweltwirkungen aufgegriffen wurden. Hierfür wird die aktuelle Belastungs- und Gefährdungssituation der Umwelt- und Naturschutzgüter mit derjenigen von 1985 verglichen, ebenso wie die Entwicklung der landwirtschaftlichen Faktoren, die sich negativ auf die Umweltsituation auswirken. Des Weiteren wird dargestellt, welche 1985 gemachten Empfehlungen des SRU in welcher Form umgesetzt wurden und welcher weitere Handlungsbedarf sich aus der Betrachtung der Umweltwirkungen der Landwirtschaft und der aktuellen politischen Rahmenbedingungen ergibt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Situation der Umwelt- und Naturschutzgüter Biodiversität, Landschaftsbild, Boden und Klima seit 1985 tendenziell negativ entwickelt hat. Der Belastungs- und Gefährdungszustand der Schutzgüter Luft und Wasser ebenso wie die Schadstoffbelastung von Lebensmitteln hat sich - auch durch Maßnahmen z.B. der Luftreinhaltung - hingegen günstig entwickelt. In Bezug auf die landwirtschaftlichen Wirkfaktoren lässt sich jedoch festhalten, dass die Landwirtschaft weiterhin maßgeblichen Einfluss auf den Zustand und auf die Situation der Schutzgüter hat und der Anteil der landwirtschaftlichen Belastungen an den Gesamtbelastungen teilweise zugenommen hat.

In Bezug auf den Umsetzungsstand der 1985 vom SRU formulierten Empfehlungen zeigt das Gutachten, dass diese vielfach aufgegriffen wurden. Allerdings ist zwischen 1985 und dem Zeitpunkt der Umsetzung zum Teil viel Zeit verstrichen. Beispielhaft zeigt dies die aktuelle Diskussion um die Einführung von Greening-Maßnahmen in die 1. Säule der Agrarpolitik. Forderungen wie etwa die Bereitstellung von Flächen für ein Biotopverbundsystem hatte der SRU schon 1985 aufgestellt. Die 1985 vom SRU geforderte Einführung von Betreiberpflichten der Landwirte wurde in Ansätzen durch die Formulierung der guten fachlichen Praxis (BBodSchG und PflSchG) und die Einführung von Cross Compliance als Teil der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik umgesetzt.

Abstract

The Advisory Council on the Environment (SRU) published in 1985 the special report „Environmental Problems of Agricultural Production“. The present report gives an overview how the agricultural influence on nature and environment developed since 1985 and which recommendations of the Advisory Council on the Environment from 1985 have been implemented to minimize the negative effects of agriculture. Therefore the actual situation of pollution and danger of the subjects of protection is compared with the situation of 1985 as well as the development of agricultural impact factors. Also the state of implementation of the recommendation from 1985 are shown indicating further needs for action.

In summary it can be realized that the situation of the subjects of protection like biodiversity, landscape, soil and climate developed negatively since 1985. The situation of pollution and danger of the subject of protection air and water and the pollution of food improved at the same time.

Relating to the agricultural impact factors it can be shown, that agricultural production still has a significant influence on the situation of the subjects of protection and the share of agricultural burden partly increased compared with burdens of other sources.

The recommendations, formulated by the Advisory Council on the Environment in 1985 are implemented in many cases. But a lot of time has elapsed between 1985 and the time of implementation, for example, the actual discussion about the implementation of greening measures in the 1. pillar of the CAP. Already in 1985, the Advisory Council on the Environment compiled recommendations of the provision of surface for a habitat system. The recommendation of operator responsibilities for farmers is implemented by the codes of good agricultural practices and Cross Compliance as part of the CAP.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungen

Kapitel 1 Zusammenfassung	1
Kapitel 2 Summary	6
Kapitel 3 Einleitung	12
Kapitel 4 Entwicklungstendenzen der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen seit 1985.....	13
4.1 Entwicklung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen.....	13
4.2 Entwicklungen der Markteinflüsse	20
4.3 Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen.....	21
4.3.1 Entstehung und Anwendung der Begriffe Natur(schutz) und Umwelt(schutz) ..	22
4.3.2 Das Bundesnaturschutzgesetz von 1976.....	24
4.3.3 Änderungen in den Rahmenbedingungen seit 1985	26
Kapitel 5 Entwicklungstendenzen der landwirtschaftlichen Produktion seit 1985.....	33
5.1 Entwicklungen der sozio-ökonomischen Strukturen der Landwirtschaft.....	33
5.2 Entwicklungen der landwirtschaftlichen Produktionsintensität	48
5.2.1 Entwicklungen im Bereich der Tierhaltung.....	48
5.2.2 Entwicklungen im Bereich des Pflanzenbaus	54
5.2.3 Entwicklung des Ökologischen Landbaus	64
5.3 Ausbau der erneuerbaren Energien.....	65
5.3.1 Hintergrund	65
5.3.2 Definitionen	66
5.3.3 Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energieträger.....	72
5.3.4 Zusammenfassende Bewertung	84
Kapitel 6 Entwicklung der Umweltproblematik seit 1985.....	86
6.1 Biodiversität.....	86
6.1.1 Begriffsbestimmung	86
6.1.2 Gefährdungs- und Belastungszustand.....	87
6.1.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	96
6.1.4 Zusammenfassender Überblick.....	107
6.2 Boden	109
6.2.1 Begriffsbestimmung	109
6.2.2 Gefährdungs- und Belastungszustand.....	111
6.2.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	125
6.2.4 Zusammenfassender Überblick.....	144

6.3	Klima	146
6.3.1	Begriffsbestimmung	147
6.3.2	Allgemeine Folgen des Klimawandels	153
6.3.3	Wirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion	153
6.3.4	Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	155
6.3.5	Zusammenfassender Überblick	170
6.4	Landschaftsbild	172
6.4.1	Begriffsbestimmung	173
6.4.2	Gefährdungs- und Belastungszustand	176
6.4.3	Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	176
6.4.4	Zusammenfassende Bewertung	182
6.5	Luft	183
6.5.1	Begriffsbestimmungen	183
6.5.2	Gefährdungs- und Belastungszustand	184
6.5.3	Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	191
6.5.4	Zusammenfassender Überblick	196
6.6	Schadstoffe in Lebensmitteln	198
6.6.1	Begriffsbestimmung	198
6.6.2	Gefährdungs- und Belastungszustand	200
6.6.3	Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	203
6.6.4	Zusammenfassender Überblick	211
6.7	Wasser	212
6.7.1	Begriffsbestimmung	212
6.7.2	Gefährdungs- und Belastungszustand	213
6.7.3	Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985	216
6.7.4	Zusammenfassende Bewertung	242
Kapitel 7 Umsetzungsstand der vom SRU formulierten Ansätze zur Vermeidung der negativen Einflüsse der Landwirtschaft auf die Schutzgüter des Natur- und Umweltschutzes		245
7.1	Biotopschutz und Landschaftspflege	245
7.1.1	Forderungen des SRU 1985	245
7.1.2	Umsetzungsstand der Forderungen	248
7.1.3	Zusammenfassende Bewertung	254
7.2	Begrenzung der Emissionen aus der Landwirtschaft	255
7.2.1	Forderungen des SRU 1985	255
7.2.2	Umsetzungsstand der Forderungen	260
7.2.3	Zusammenfassende Bewertung	267
7.3	Umweltschonende Landwirtschaft durch Anbausysteme und Fruchtfolgen	269

7.3.1 Forderungen des SRU 1985	269
7.3.2 Umsetzungsstand der Forderungen	271
7.3.3 Zusammenfassende Bewertung	272
7.4 Informations- und Überwachungssystem Landwirtschaft	272
7.4.1 Forderungen des SRU 1985	272
7.4.2 Umsetzungsstand der Forderungen	274
7.4.3 Zusammenfassende Bewertung	274
7.5 Rechtliche Rahmenbedingungen für das Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt.....	275
7.5.1 Forderungen des SRU 1985	275
7.5.2 Umsetzungsstand der Forderungen	276
7.5.3 Zusammenfassende Bewertung	276
7.6 Agrarpolitische Voraussetzungen einer umweltschonenden Landwirtschaft	276
7.6.1 Forderungen des SRU 1985	276
7.6.2 Umsetzungsstand der Forderungen	278
7.6.3 Zusammenfassende Bewertung	287
Kapitel 8 Zusammenfassung und Diskussion	300
8.1 Zusammenfassende Darstellung der Belastungssituation der Umwelt- und Naturschutzgüter durch die Landwirtschaft	300
8.2 Zusammenfassende Darstellung des Umsetzungsstandes der vom SRU formulierten Forderungen	303
8.3 Diskussion und weiterer Handlungsbedarf	308
Kapitel 9 Quellenverzeichnis	312

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Deutscher Agraraußenhandel 1960 bis 2001 (in Milliarden €)	14
Abb. 2: Deutscher Agraraußenhandel 2002 bis 2011 (in Milliarden €)	14
Abb. 3: Jährlicher Fleischkonsum pro Kopf	16
Abb. 4: Umsatzentwicklung bei einzelnen Bio-Produkten (in %).	17
Abb. 5: Umfrage	18
Abb. 6: Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche	19
Abb. 7: Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland	20
Abb. 8: Index der Erzeugerpreise ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte	20
Abb. 9: Index der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel	21
Abb. 10: Durchschnittliche Größe der landwirtschaftlichen Betriebe 2010	34
Abb. 11: Anteil der Haupterwerbsbetriebe an den landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt 2010	35
Abb. 12: Anteil der Personengemeinschaften und juristischen Personen 2010	37
Abb. 13: Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen	38
Abb. 14: Vorherrschende Betriebsform der landwirtschaftlichen Betriebe 2010	39
Abb. 15: Durchschnittliche Pachtentgelte 2010	41
Abb. 16: Einkommensentwicklung in den landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieben	42
Abb. 17: Gewinne der landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetriebe	44
Abb. 18: Betriebe mit Einkommenskombinationen nach Art der Einkommensalternativen 2010	45
Abb. 19: Landwirtschaftliche Betriebe mit Einkommenskombination 2010 (%)	46
Abb. 20: Häufigste Einkommenskombination in landwirtschaftlichen Betrieben 2010	47
Abb. 21: Entwicklung des Viehbestandes in Deutschland	48
Abb. 22: Regionale Verteilung des Viehbesatzes 2010	50
Abb. 23: Gewerbliche Fleischproduktion	51
Abb. 24: Anbau auf Ackerland	52
Abb. 25: Entwicklung der Futtermittelimporte nach Deutschland	53
Abb. 26: Grünlandflächenverteilung 2008	56
Abb. 27: Entwicklung der Ackernutzung 1991 – 2008	57
Abb. 28: Inlandsabsatz von mineralischen Düngemitteln	58
Abb. 29: Regionales Aufkommen von N aus tierischen Ausscheidungen in kN/ha LF im Jahr 2007	59
Abb. 30: Entwicklung des jährlichen N-Saldos der Gesamtbilanz für	

Deutschland in kg N/ha LF	60
Abb. 31: Inlandsabsatz einzelner Wirkstoffgruppen in Pflanzenschutzmitteln	61
Abb. 32: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in Deutschland 2011	61
Abb. 33: Risiko für aquatische Organismen	64
Abb. 34: Anteil erneuerbarer Energien 1998 und 2009 und Ausbauziele der Bundesregierung bzw. EU bis 2020 (in %)	67
Abb. 35: Entwicklung der Anzahl von Biogasanlagen und der gesamten installierten Leistung in Megawatt (Stand 6/2012)	70
Abb. 36: Treibhausgasvermeidungsleistungen ausgewählter Bioenergie-Linien	74
Abb. 37: Treibhausgasvermeidungskosten ausgewählter Bioenergie-Linie	75
Abb. 38: CO ₂ -Vermeidungskosten verschiedener erneuerbarer Energieträger	76
Abb. 39: Indirekte Landnutzungsänderung	82
Abb. 40: Zukünftige Mindestanforderungen und Standardeinsparung bei Treibhausgasemissionen	84
Abb. 41: Bestandsveränderung der 64 häufigsten Vogelarten in Deutschland zwischen 1990 und 2009	90
Abb. 42: Dauergrünland-Entwicklung von 2005 bis 2008	99
Abb. 43: Anlage von ländlichen Straßen und Wegen	102
Abb. 44: Entwicklung des Düngemittel- und Pflanzenschutzmittelabsatzes	105
Abb. 45: Hauptursachen für Veränderungen der biologischen Vielfalt der Ökosysteme	109
Abb. 46: Entwicklung des pH-Wertes im Niederschlag 1982 bis 2009	113
Abb. 47: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	114
Abb. 48: ..Überschreitung der Critical Loads für Versauerung durch Säureeinträge auf den kartierten empfindlichen Ökosystemflächen	114
Abb. 49: Critical Loads für Blei – Trinkwasserschutz	116
Abb. 50: Critical Loads für Blei – Ökosystemschutz	116
Abb. 51: Critical Loads für Cadmium – Trinkwasserschutz	117
Abb. 52: Schwermetallgehalt im Klärschlamm	118
Abb. 53: Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft	119
Abb. 54: Prozentuale Verteilung der Entsorgungswege in den Bundesländern 2010 (%)	119
Abb. 55: Gefährdung der Leistungsfähigkeit von Unterböden der Ackerflächen	120
Abb. 56: Mittleres jährliches Bodenabtragsrisiko durch Wassererosion pro Landkreis (in t/ha)	122
Abb. 57: Summe Bodenabtragsrisiko pro Landkreis (durch Wind- und Wasser- erosion)	123
Abb. 58: Gehalt an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands	124
Abb. 59: Stickstoffüberschüsse in der Gesamtbilanz für Deutschland	127

Abb. 60: Überschreitung der Critical Loads für Eutrophierung durch Stickstoffeinträge auf den kartierten empfindlichen Ökosystemflächen	128
Abb. 61: Entwicklung der Hoftor-Bilanzen für Stickstoff und Phosphor	129
Abb. 62: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in Deutschland 2004	132
Abb. 63: Radlasten und mittlere berechnete Kontaktflächendrücke gebräuchlicher Landmaschinen in Sachsen	135
Abb. 64: Anteil der Ackerschlepper mit Motorleistungen über 90 kW	136
Abb. 65: Mittlere langjährige standortbedingte Erosionsgefährdung auf den landwirtschaftlichen Flächen Deutschlands	137
Abb. 66: Entwicklung der Anbaufläche von Hülsenfrüchten, Hackfrüchten und Mais (in 1.000ha).....	139
Abb. 67: Entwicklung der Anbaufläche von Zwischenfrüchten (in 1.000ha).....	139
Abb. 68: Mittlere langjährige bewirtschaftungsbedingte Erosionsgefährdung auf den ackerbaulichen Flächen Deutschlands bei 50% pflugloser Bearbeitung	140
Abb. 69: Bodenbearbeitungsverfahren auf dem Ackerland 2010	141
Abb. 70: Häufigkeitsverteilungen der Humusgehalte für die drei Hauptnutzungsarten.....	142
Abb. 71: Silomaisanbaufläche in Deutschland.....	144
Abb. 72: Atmosphärische Konzentration von langlebigen Treibhausgasen über die letzten 2000 Jahre	148
Abb. 73: Global gemittelte Jahresanomalien 1850-2007 (relativ zu 1961-1990) der bodennahen Lufttemperatur	149
Abb. 74: Jahresanomalien 1761-2007 (relativ zu 1961-1990) des Gebietsmittels der bodennahen Lufttemperatur in Deutschland.....	150
Abb. 75: Jahressummen 1901-2007 des Gebietsniederschlages Deutschland	151
Abb. 76: Extremwetterereignisse 2011	152
Abb. 77: Emissionsentwicklung in Deutschland nach Quellgruppen	155
Abb. 78: Entwicklung der landwirtschaftlichen Methan- und Lachgas-Emissionen..	156
Abb. 79 Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen	157
Abb. 80: THG-Emissionen Agrarsektor und vorgelagerter Bereich im Jahr 2005 in der BRD	158
Abb. 81: Übersicht über die Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft...	159
Abb. 82: Entwicklung des Anteils der Emissionen an den Gesamtemissionen aus der Quellgruppe Landwirtschaft nach Bereichen	159
Abb. 83: THG-Emissionen und Leistungsniveau der Milchproduktion	163
Abb. 84: THG-Emissionen, Arbeitszeitbedarf, Kraftfuttereinsatz pro Kuh in	

unterschiedlichen Milchproduktionssystemen.....	164
Abb. 85: Ausbringungstechnik und Emissionen an Treibhausgasen nach Gülle- Applikation	165
Abb. 86: Ausbringungstechnik für flüssige Wirtschaftsdünger in Deutschland im Jahr 2010	166
Abb. 87: Langzeitexperiment zur N-Effizienz von Rindergülle (11 Jahre).....	167
Abb. 88: Moorflächen in Deutschland nach GÜK 2000 (BGR o. Jahr)	168
Abb. 89: Anteile verschiedener direkter Treibhausgas-Emissionsquellen in der Landwirtschaft im Jahr 2004	170
Abb. 90: Klimaschutzpotential der Landwirtschaft und deren Wechselwirkungen mit Naturschutz und landwirtschaftlicher Produktion.	172
Abb. 91: Der Zusammenhang von Landschaft, Betrachter und Landschaftsbild.....	173
Abb. 92: Landschaftsszenarien der Hersbrucker Alb.....	179
Abb. 93: Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturschutzwert.....	181
Abb. 94: Gesamtdeposition von S und N 1990-1998	184
Abb. 95: Entwicklung der Ozonkonzentration (Jahresmittel) in Baden- Württemberg 1990-2009.....	187
Abb. 96: Ozon AOT40 – 5- Jahresmittelwerte	187
Abb. 97: Schwermetall-Emissionen 1990 bis 2009.....	188
Abb. 98: Entwicklung der Ammoniakemissionen ausgewählter Quellgruppen.....	189
Abb. 99: Emissionsentwicklung gegenüber dem Basisjahr 1990.....	191
Abb. 100: Emissionen von Lachgas, Ammoniak und Stickstoffmonoxid aus landwirtschaftlich genutzten Böden.....	193
Abb. 101: Stickstoffoxid-Emissionen nach Quellkategorien	193
Abb. 102: Entwicklung der Schwefeleinträge aus der Luft im Vergleich zu den Schwefelentzügen von Raps und Winterweizen.....	194
Abb. 103: NH ₃ -Emissionen der Landwirtschaft und verschiedener Tierarten in Deutschland.....	195
Abb. 104: Staub (PM ₁₀)-Emissionen nach Quellkategorien.....	196
Abb. 105: Entwicklung des Anteils der landwirtschaftlichen Emissionen an den Gesamtemissionen an Luftschadstoffen (in %).....	197
Abb. 106: Entwicklung der landwirtschaftlichen Emissionen (in Gg/Jahr).....	197
Abb. 107: Emission flüchtiger organischer Verbindungen ohne Methan nach Quellkategorien	198
Abb. 108: Netzwerk Lebensmittelüberwachung.....	200
Abb. 109: Überwachung entlang der Lebensmittelkette	202
Abb. 110: Mittlere Nitratgehalte in den untersuchten Lebensmittelproben	205
Abb. 111: Abbildung der Entwicklung der Cadmiumgehalte von Roggen und	

Weizen seit 1975	209
Abb. 112: Wasserdargebot und Wassernutzung in Deutschland 2007	213
Abb. 113: Chemischer und ökologischer Zustand der Grund- und Oberflächenwasserkörper Deutschlands.....	216
Abb. 114: Wasserentnahme für die Bewässerung – Anteile Grund- und Oberflächenwasser.....	218
Abb. 115: Entwicklung der Nitratkonzentrationen an den Messstellen des EUA- Grundwassermessnetzes im Zeitraum von 1995 bis 2006.....	220
Abb. 116: Gesamtsituation Nitrat für den Überwachungszeitraum 2008-2010.....	221
Abb. 117: N-Flächenbilanzüberschuss 2003	224
Abb. 118: Verteilung der Nitratgehalte im Grundwasser, gegliedert nach dominierender Landnutzung	225
Abb. 119: Stickstoffeinträge aus Punkt- und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland	228
Abb. 120: Phosphoreinträge aus Punkt- und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland	229
Abb. 121: Güteklassifikation für Gesamtphosphor 1982-2008, LAWA-Messstellen ...	230
Abb. 122: Häufigkeitsverteilung der PSM-Befunde in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands	232
Abb. 123: Güteklassifikation für Schwermetalle im Schwebstoff 2008.....	234
Abb. 124: Schwermetalleinträge 2005 aus unterschiedlichen Quellen in Oberflächengewässer	235
Abb. 125: Badewasserqualität an den Küsten Deutschlands 1992 bis 2011.....	237
Abb. 126: Badewasserqualität an den Binnengewässern Deutschlands 1992 bis 2011	237
Abb. 127: Moorflächen in Deutschland	239
Abb. 128: Anteil der dränierten Ackerflächen.....	240
Abb. 129: Verweilzeit von Stoffen im oberen Grundwasseraquifer	244
Abb. 130: Auflagen entsprechend der Einteilung nach Wasser- Erosionsgefährdungsklassen.....	267
Abb. 131: Entwicklung des FAO Food Price Index.....	279
Abb. 132: Bisherige Verwendung der öffentlichen Mittel nach den Förderschwerpunkten der 2. Säule	281
Abb. 133: Öffentliche Mittel nach ELER-Schwerpunkten für die Jahre 2007 bis 2013.....	282
Abb. 134 Trends der Belastungsentwicklung der Umwelt- und Naturschutzgüter seit 1985	300

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anteil der Einzelunternehmen an den landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt.....	36
Tab. 2: Anzahl und Entwicklung tierhaltender Betriebe und Tierzahlen.....	39
Tab. 3: Pachtpreise 2010	40
Tab. 4: Einkommen der landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetriebe nach Betriebsform im Wirtschaftsjahr 2009/2010.....	43
Tab. 5: Tierhaltung nach Größenklassen	49
Tab. 6: Landwirtschaftliche genutzte Fläche nach Kulturarten	55
Tab. 7: Daten zum Grünlandumbruch 2003 bis 2008.....	56
Tab. 8: kg Nährstoff pro landwirtschaftliche Nutzfläche.....	58
Tab. 9: Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Deutschland	63
Tab. 10: Betriebe und Flächen des ökologischen Landbaus.....	65
Tab. 11: Übersicht über die EE-Ausbau-Ziele des Bundes bezogen auf das Zieljahr 2020 (Stand: 2010)	66
Tab. 12: Energieträger und erzeugte Energieformen	66
Tab. 13: Stromerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990	68
Tab. 14: Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung 2011.....	69
Tab. 15: Langfristig realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotential erneuerbarer Energien für Strom-, Wärme-, Kraftstofferzeugung in Deutschland	71
Tab. 16: Flächenbedarf zur Erzeugung einer Gigawattstunde Strom bzw. Wärme pro Jahr (ha).....	73
Tab. 17: THG-Vermeidungsfaktoren der erneuerbaren Stromerzeugung 2011	75
Tab. 18: Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland	77
Tab. 19: Mit bestimmten Formen der Biomassegewinnung einhergehende Belastungen und Auswirkungen auf Schutzgüter des Naturhaushaltes	78
Tab. 20: Bewertung der Auswirkungen des Anbaus von Biomasse auf die Bodenqualität	80
Tab. 21: Zustand der Arten (Monitoring der FFH-Richtlinie).....	88
Tab. 22: Zustand der Lebensraumtypen (Monitoring der FFH-Richtlinie)	89
Tab. 23: Zielwerte der Indikatoren zur Erfassung der biologischen Vielfalt im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt	91
Tab. 24: Schutzgebietskategorien nach dem Bundesnaturschutzgesetz und Größe der Schutzgebiete	92
Tab. 25: Naturschutzflächen nach Typen	94
Tab. 26: Landwirtschaftliche Betriebe insgesamt und mit Erhaltung und/oder Anlage von Landschaftselementen	97

Tab. 27: Anzahl der Verfahren und in Verfahren einbezogene Fläche.....	100
Tab. 28: Ländlicher Wegebau nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG).....	101
Tab. 29: Anteil der befestigten Wege von den in Flurneuordnungsverfahren zwischen 1986 und 2001 hergestellten Wegen.....	101
Tab. 30: Naturschutz, Landschaftspflege, Bodenschutz sowie Landespflege nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG).....	103
Tab. 31: Wichtige Graslandtypen Deutschlands und ihre anteilige Veränderung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.....	106
Tab. 32: Definition der guten fachlichen Praxis im Bundes-Bodenschutzgesetz.....	111
Tab. 33: Bodenvorsorgewerte nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.....	115
Tab. 34: Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude – Errichtung neuer Gebäude ...	126
Tab. 35: Anteil der befestigten Wege von den in Flurneuordnungsverfahren zwischen 1986 und 2001 hergestellten Wegen in ausgewählten Bundesländern	126
Tab. 36: Landwirtschaftliche Betriebe, die flüssigen Wirtschaftsdünger ausgebracht haben und ausgebrachte Menge nach Wirtschaftsdüngerarten 2010	130
Tab. 37: Getreideeinheiten und verdauliches Eiweiß des Futteraufkommens nach in- und ausländischer Herkunft.....	131
Tab. 38: Widerrufene und ruhende Zulassungen.....	133
Tab. 39: Auf Bodenarten bezogene Grenzwerte für verschiedene Düngemittel.....	134
Tab. 40: Ermittlung der Schutzwirkungsstufe durch angebaute Fruchtarten gegenüber der Erosion durch Wind	138
Tab. 41: Aktueller Zustand und Veränderung (seit 1985) ausgewählter Indikatoren	145
Tab. 42: Treibhauspotential (Global Warming Potential = GWP) ausgewählter Treibhausgase.....	148
Tab. 43: Übersicht der wichtigsten Charakteristika klimawirksamer Spurengase	149
Tab. 44: Übersicht der beobachteten (bodennahen) Temperatur- und Niederschlagstrends in Deutschland	150
Tab. 45: Die Temperaturabhängigkeit der Photosyntheseleistung verschiedener Kulturpflanzenarten	154
Tab. 46: Aufschlüsselung der anthropogenen Emissionen.....	156
Tab. 47: Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie im Jahr 2010	185
Tab. 48: Beurteilungswerte für Ozon (O ₃) nach der 39. BImSchV.....	186

Tab. 49: Zielwert für Benzo(a)pyren nach der 39. BImSchV.....	189
Tab. 50: Emissionen stickstoffhaltiger Treibhausgase und Ammoniak aus landwirtschaftlich genutzten Böden.....	192
Tab. 51: NH ₃ -Emissionen nach Tierart.....	195
Tab. 52: Große Lebensmittelskandale.....	201
Tab. 53: Gesamtübersicht über die Ergebnisse des Jahres 2011	203
Tab. 54: Wirkstoffe mit der höchsten Beanstandungsquote im Jahr 2011	204
Tab. 55: Entwicklung positiver Rückstandsbefunde im Rahmen des NRKP von 2009 bis 2011	206
Tab. 56: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen in den BVL-Berichten zum Lebensmittel- Monitoring 1995-2008.....	208
Tab. 57: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Blei in den BVL-Berichten zum Lebensmittel-Monitoring 1995-2008	210
Tab. 58: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Quecksilber in den BVL-Berichten zum Lebensmittel-Monitoring 1995-2008.....	211
Tab. 59: Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung nach Wasserarten	214
Tab. 60: Beregnungsflächen bzw. Bewässerungsfläche in Deutschland im Jahr 2008	217
Tab. 61: Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse (kg N/ha) in Deutschland nach Bundesländern für ausgewählte Jahre	223
Tab. 62: Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen 2008 bis 2011	226
Tab. 63: Zahl zugelassener Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe.....	231
Tab. 64: Schwermetallfrachten in Mineraldüngern, Wirtschaftsdüngern und Klärschlämmen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen Deutschlands ...	234
Tab. 65: Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Bodenordnung	241
Tab. 66: Gewässerbau nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG).....	254
Tab. 67: Ziele des vom SRU 1985 konzipierten Informations- und Überwachungssystems.....	273
Tab. 68: Mittelausstattung (2007 bis 2013) der Maßnahmen im Schwerpunkt 2.....	283
Tab. 69: Art der Neuverpflichtungen in Maßnahme 214 laut ELER-Monitoring bis 2009	284
Tab. 70: Übersicht über den Flächenumfang der dunkelgrünen AUM auf Acker- und Grünlandflächen während der Förderperiode 2007-2013.....	286
Tab. 71: Umsetzungsstand der 1985 vom SRU formulierten Forderungen.....	304

Abkürzungen

a	Jahr
ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
Abb.	Abbildung
AbfKlärV	Klärschlammverordnung
Abs.	Absatz
AK	Arbeitskraft
Al	Aluminium
Äq., Äqu.	Äquivalent
Art.	Artikel
AUM	Agrarumweltmaßnahme
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BGBI	Bundesgesetzblatt
BimSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
Biokraft-NachV	Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Bundesministerium des Inneren
BML	Bundesministerium für Landwirtschaft
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bspw.	beispielsweise
BtL	Biomass to Liquid
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise

BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
°C	Grad Celsius
ca.	circa
Ca	Calcium
CaO	Calciumoxid (Branntkalk)
CBD	Convention on Biological Diversity
Cd	Cadmium
CH ₄	Methan
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlendioxid
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
D	Deutschland
DE	Dungeinheit
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DDGS	Dried Distillers Grains with Solubles = Trockenschlempe als Nebenprodukt der Bioethanol-Herstellung
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DLN	Differenzierte Landnutzung
dt	Dezitonne
€	Euro
EE	Erneuerbare Energien
EEA	European Environment Agency
EEG	Erneuerbare Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-Wärmegegesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EG	Europäische Gemeinschaft
EHEC	Enterohämorrhagische Escherichia coli
EJ	Exajoule (=1.000 Petajoule)
el. elektr.	elektrisch
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EPCC	Europäisches Programm zur Klimaänderung
eq.	Äquivalent

EU	Europäische Union
EÜP	Einfuhrüberwachungsplan
e.V.	eingetragener Verein
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCCC	Framework Convention on Climate Change
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
Fe	Eisen
FFH	Fauna-Flora-Habitat (EU-Richtlinie)
FKZ	Förderkennzeichen
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
FlurbG	Flurbereinigungsgesetz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GC	Grandes Cultures
Gg	Gigagramm (1 Milliarde Gg = 1000 Tonnen)
GIS	Geoinformationssystem
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Gt	Gigatonne
GÜK	Geologische Übersichtskarte
GV, GVE	Großvieheinheit
GVO	Gentechnisch veränderte Organismen
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
H ⁺	Wasserstoff
ha	Hektar
HB	Bremen
HE	Hessen
Hg	Quecksilber
HH	Hamburg
HNV	High Nature Value
i.d.R.	in der Regel
ILE	Integrierte ländliche Entwicklung

iLUC	Indirekte Landnutzungsänderung
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
i.V.m.	in Verbindung mit
JKI	Julius Kühn-Institut
JP	juristische Person
Kap.	Kapitel
KFZ	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
K ₂ O	Kali
KOM	Kommission
kt	Kilotonne
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KUP	Kurzumtriebsplantage
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KBU	Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt
l	Liter
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
Ldw.	Landwirtschaft
LEADER	Liaison entre actions de développement de l'économie rurale
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LPG	Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
LwAnpG	Landwirtschaftsanpassungsgesetz
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max.	maximal
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
mg	Milligramm

mind.	mindestens
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
Mt	Megatonne
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MW	Megawatt
N	Stickstoff
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NawaRo	nachwachsende Rohstoffe
Ng	Nanogramm
NGO	Nicht-Regierungsorganisation
NH ₃	Ammoniak
Ni	Nickel
NI	Niedersachsen
NMVOC	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NN	Normalnull
NO _x	Stickoxide
NO ₂	Stickstoffdioxid
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NRKP	Nationaler Rückstandskontrollplan
NW	Nordrhein-Westfalen
O ₃	Ozon
o.J.	ohne Jahresangabe
ÖLG	Ökolandbaugesetz
opt.	optimal
P	Phosphor
PAK	polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff
PAMIRA	PackMittelRücknahmeAgrar
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PM	Particulate Matter
POP	persistente organische Schadstoffe
ppb	parts per billion
ppm	parts per million

PSM	Pflanzenschutzmittel
RED	Renewable Energy Directive
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Degradation
RL	Richtlinie
RP	Rheinland-Pfalz
S	Schwefel
SG	Schlachtgewicht
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
SO ₂	Schwefeldioxid
SPA	Special Protection Areas
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
ST	Sachsen-Anhalt
STABW	Standardabweichung
SYNOPS	synoptische Bewertung von Pflanzenschutzmitteln
t	Tonne
TH	Thüringen
THG	Treibhausgas
TMR	Total-Misch-Ration
th	thermisch
Tsd.	Tausend
TWh	Terawattstunde
Tz.	Textziffer (Nummerierter Absatz in den SRU-Gutachten)
UBA	Umweltbundesamt
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USA	United States of America
u.U.	unter Umständen
VAwS	Anlagenverordnung wassergefährdender Stoffe
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VO	Verordnung
VwVwS	Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe

W	Watt
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WWF	World Wide Fund For Nature
Zn	Zink
zzgl.	zuzüglich
µg	Mikrogramm

Kapitel 1 Zusammenfassung

1985 erschien das Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) „Umweltprobleme der Landwirtschaft“. Die Bearbeitungsbreite und -tiefe waren zur damaligen Zeit außergewöhnlich. Das Gutachten stellt erstmalig den Einfluss der Landwirtschaft auf den Natur- und Umweltschutz umfassend dar und formuliert Empfehlungen zur Minderung der negativen Wirkungen der Landwirtschaft. Der SRU sah 1985 eine Belastung und Gefährdung der Schutzgüter in folgender Reihenfolge: Biodiversität, Grundwasser (Nitratbelastung), Boden, Oberflächengewässer, Schadstoffe in Lebensmitteln. Die vom SRU 1985 formulierten Empfehlungen betrafen den Biotopschutz und die Landschaftspflege, die Begrenzung der Emissionen aus der Landwirtschaft, eine umweltschonende Landwirtschaft durch Anbausysteme und Fruchtfolgen, die Informations- und Überwachungssysteme der Landwirtschaft, die rechtlichen Rahmenbedingungen für das Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt sowie die agrarpolitischen Voraussetzungen einer umweltschonenden Landwirtschaft. Zentrale Empfehlungen des SRU waren der Aufbau eines Biotopverbundsystems, die Einführung von Betreiberpflichten für die Landwirte, der Abbau politischer Anreize zur Produktionssteigerung, die Einführung einer Stickstoffabgabe auf Mineraldünger sowie die Gewährung von Bewirtschaftungsbeiträgen zur Honorierung von Umweltleistungen.

Das hiermit vorgelegte Gutachten zeigt fast 30 Jahre nach der Veröffentlichung des Sondergutachtens des SRU, wie sich die Belastungs- und Gefährdungssituation der Schutzgüter heute darstellt und wie sich die landwirtschaftlichen Aktivitäten, die sich negativ auf die Situation der Schutzgüter auswirken, seitdem entwickelt haben. Des Weiteren werden die 1985 vom SRU formulierten Empfehlungen hinsichtlich ihres Umsetzungsstandes betrachtet: welche Empfehlungen wurden aufgegriffen und umgesetzt, welche nicht. Abschließend wird aufgezeigt, in welchen Bereichen heute weiterer Handlungsbedarf existiert.

Die Rahmenbedingungen der Landwirtschaft haben sich seit 1985 wesentlich verändert. Neben der Ausdehnung des weltweiten Handels mit Agrarprodukten spielen zunehmend auch Qualitätsanforderungen der heimischen Verbraucher (z.B. ökologische Produktion, regionale Erzeugung, Einhaltung von Tierschutzstandards und Nachhaltigkeitskriterien) eine Rolle für die Produktionsentscheidungen von Landwirten. Wesentliche Änderungen im Vergleich zu 1985 haben sich jedoch insbesondere durch die Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU, durch den Bedeutungsgewinn der Umwelt- und Naturschutzpolitik sowie der Energiepolitik ergeben. Die landwirtschaftlichen Märkte sind heute – mit Ausnahme der Produktion von Rohstoffen zur energetischen und stofflichen Verwertung - weitgehend als freie Märkte ohne wesentliche staatliche Eingriffe zu bezeichnen. So werden die Produktionsentscheidungen der Landwirte, sowohl was den Absatz- als auch was den Betriebsmittelmarkt betrifft, zunehmend nach den Anforderungen des Marktes getroffen. Daneben hat der Natur- und Umweltschutz durch Auflagen und Anreize (2. Säule der GAP) ebenfalls an Gewicht gewonnen. Durch die Einführung der Agrarumweltpolitik und deren Umsetzung in Agrarumweltmaßnahmen wird die freiwillige Erbringung von Umweltleistungen durch die Landwirtschaft finanziell honoriert. Aber auch durch zunehmende Auflagen, wie beispielsweise im Rahmen von Cross Compliance, und die Formulierung von Handlungsrichtlinien wie z.B. die Grundsätze der guten fachlichen Praxis hat der Umwelt- und Naturschutz im Bereich der

Landwirtschaft an Bedeutung gewonnen. Als weiterer Faktor, der die landwirtschaftliche Produktion in der jüngsten Vergangenheit zunehmend beeinflusst, ist der Ausbau der erneuerbaren Energien, gefördert durch das Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG), und insbesondere die Produktion von Biomasse für energetische Zwecke zu nennen. Diese ist unter den gegebenen Umständen und auf Grund der Förderung meist ökonomisch vorteilhafter als die Produktion von Lebensmitteln oder die „Produktion“ von Umwelt- und Naturschutzleistungen.

Nicht nur die Rahmenbedingungen haben sich seit 1985 verändert, sondern auch der landwirtschaftliche Sektor als solcher hat sich weiter entwickelt. So hat die Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe ebenso wie die in der Landwirtschaft beschäftigten Menschen weiter abgenommen und der Strukturwandel hat sich fortgesetzt. Die durchschnittliche Betriebsgröße ist weiter angestiegen, ebenso wie die durchschnittliche Bestandsgröße bei tierhaltenden Betrieben. Landwirtschaft wird heute also in größeren Strukturen mit weniger Arbeitskräften betrieben.

Die folgenden Ausführungen geben einen kurzen Überblick über die Belastungs- und Gefährdungssituation der Umwelt- und Naturschutzgüter und die Entwicklungen der landwirtschaftlichen Wirkfaktoren.

Biodiversität:

Die Situation des Schutzgutes Biodiversität hat sich seit 1985 weiter verschlechtert. Der Verlust an Lebensräumen und Arten in der Agrarlandschaft konnte bisher auch durch politische Maßnahmen wie die Strategien zur Biologischen Vielfalt und die Ausweisung des Natura 2000-Schutzgebietsnetzes nicht aufgehalten werden. Die Landwirtschaft wirkt sich in vielfältiger Weise auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft aus:

- Beeinträchtigung von Lebensräumen (Verkleinerung, Zersplitterung oder Beseitigung, Eutrophierung, Beseitigung von „Trittsteinen“ wie Landschaftselementen, Vergrößerung der Schläge ohne Landschaftselemente),
- Verminderung und Vernichtung des Nahrungsangebotes für frei lebende Arten, z. B. durch Pflanzenschutzmaßnahmen
- Intensivierung der Grünlandnutzung
- Aufgabe traditioneller, extensiver Landnutzungsformen
- Art der Flächennutzung (Acker, Grünland als Wiese, Weide oder Mähweide)
- Fruchtfolgegestaltung (z.B. Einengung von Fruchtfolgen)
- Eindringen invasiver Arten
- Einsatz schwerer Maschinen, Nutzungs- und Überrollhäufigkeit

Die Aufzählung zeigt, dass sich all diese Wirkfaktoren aus Sicht des Biodiversitätsschutzes negativ entwickelt haben. Einzelne Arten- und Biotopschutzprogramme im Rahmen von Vertragsnaturschutz- und Agrarumweltprogrammen zeigen zwar Erfolge, allerdings ist der Großteil der landwirtschaftlichen Fläche durch weitere Intensivierung bzw. Aufgabe traditioneller, extensiver Produktionsformen gekennzeichnet. Dies betrifft dabei sowohl die Vernichtung von Lebensräumen und Nahrungsangeboten als auch die direkte Schädigung durch den Einsatz vor allem von Pflanzenschutzmitteln. Die Diskussionen um die Agrarreform von 2013 und die Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen im

Rahmen der 1. Säule zeigen, dass die Thematik des Biodiversitätsschutzes die Politik weiterhin beschäftigt und um Lösungsansätze gerungen wird. Die Bundesregierung will den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf ökologischen Vorrangflächen ausschließen. Der entsprechende delegierte Rechtsakt (Entwurf) der EU-KOM ist hier weniger präzise, verlangt aber auf jeden Fall, dass der Nachweis eines positiven Beitrags zur Förderung der Biodiversität auf ökologischen Vorrangflächen erbracht werden muss.

Boden

Die Situation des Schutzgutes Boden hat sich seit 1985 in Bezug auf einige Wirkfaktoren positiv, in Bezug auf andere Wirkfaktoren negativ entwickelt. So hat bspw. die Flächeninanspruchnahme und -versiegelung auch durch landwirtschaftliche Gebäude und Wege seit 1985 weiter zugenommen, ebenso wie die Gefahr der Bodenschadverdichtung z.B. durch zunehmende Maschinengewichte. Auch die Erosionsgefährdung und der Humusschwund der Ackerböden nehmen tendenziell zu, da größere Schläge, die Zunahme des Mais- und Hackfruchtanbaus sowie die Abnahme des Dauergrünlandanteils jene negativ beeinflussen. Positive Tendenzen sind bei der stofflichen Belastung der Böden zu beobachten, und zwar in der Entwicklung sowohl der Stickstoff- und Phosphorbilanzen als auch beim weiteren Eintrag von Schwermetallen in die Böden.² Allerdings wird zunehmend die Belastung der Böden durch den Pflanzenschutzmitteleinsatz und auch durch Uran diskutiert, die seit 1985 nicht wesentlich rückläufig ist. Schutzmaßnahmen für den Boden sind heute sowohl in der guten fachlichen Praxis formuliert als auch im Rahmen der Cross Compliance-Auflagen. In jüngster Vergangenheit sind auch Bewirtschaftungsauflagen in Abhängigkeit der Erosionsgefährdung (Erosionskataster) standortspezifisch festgelegt worden. Allerdings findet die erosiv wirksame Hanglänge von Ackerschlägen bisher keinen Eingang in die Bewertung der Erosionsgefährdung, so dass die Effektivität dieser Auflage wesentlich eingeschränkt ist. In Bezug auf Maßnahmen zum Bodenschutz ist weiterer Handlungsbedarf zu benennen. So z.B. ist eine Bodenschutzstrategie auf europäischer Ebene bisher nicht umgesetzt, und der Erlass einer EU-Bodenrahmenrichtlinie scheiterte am Widerstand der Mehrheit der Mitgliedsstaaten und ihrer „Agrarlobby“.

Klima:

Das Schutzgut Klima galt 1985 noch als wenig relevant und wurde daher im damaligen SRU-Gutachten nicht behandelt. Doch dessen Darstellung über die durch die Landwirtschaft verursachten Belastungen der Luft (SRU 1985, Kap. 4.4) enthält auch die Emissionen von Treibhausgasen aus der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung und Düngung sowie aus den Verdauungsprozessen der landwirtschaftlichen Nutztiere, vor allem der Wiederkäuer. Insofern sind die Ausführungen des SRU von 1985 auch für die heutigen Klimaschutz-Betrachtungen auswertbar. Der Ausstoß von Treibhausgasen aus der Tierhaltung und der Düngewirtschaft hat sich seit 1985 reduziert, u. a. weil nach der Wiedervereinigung die Zahl der gehaltenen Rinder gesunken ist. Andererseits verstärkt die Landwirtschaft über die pflanzenbauliche Nutzung von Mooren bzw. den Umbruch von Dauergrünland die Treibhausgas-Emissionen (diese Emissionen werden jedoch unter dem Bereich Land Use Change des Nationalen Inventarberichtes zu deutschen Treibhausgasinventar bilanziert). Die Landwirtschaft ist insgesamt der drittgrößte Emittent von Treibhausgasen, kann durch die Bindung von Treibhausgasen im Boden

² Bei Schwermetallen heißt das aber lediglich, dass der weitere Anstieg langsamer verläuft.

bzw. die Produktion nachwachsender Rohstoffe jedoch auch einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn diese Maßnahmen entsprechend gestaltet werden. Dabei können sich auch Synergien mit dem Umwelt- und Naturschutz ergeben, z. B. durch die Renaturierung von Mooren sowie die Erhaltung oder Wiederherstellung von Grünland.

Landschaftsbild:

Die Bewertung der Gefährdungs- und Belastungssituation des Landschaftsbildes ist stark subjektiv beeinflusst, da dieses „erst durch die menschliche Wahrnehmung [entsteht]“ und die „Wahrnehmung von Natur und Landschaft ist immer subjektiv, da ein wahrnehmendes Subjekt vorhanden sein muss“ (Köhler, B. & Preiß, A. 2000, S. 5 u. 6f.). Zur Bewertung des Landschaftsbildes und seiner Entwicklung seit 1985 werden im vorliegenden Gutachten folgende landwirtschaftliche Wirkfaktoren betrachtet:

- Brachfallende Flächen, die der Sukzession überlassen werden
- Aufgabe von Streuobstwiesen, extensivem Grünland als Beispielen traditioneller Nutzungsformen
- Verminderung oder Beseitigung von Landschaftselementen in Form prägender kleinräumiger, natürlicher und naturnaher Biotope
- Schlaggröße und Fruchtfolge als Indikatoren von Vielgestaltigkeit und Abwechslung.

Dabei zeigt sich, dass die Entwicklung dieser Faktoren für das Landschaftsbild als negativ zu bewerten ist. So nehmen in einigen Regionen brachfallende Flächen zu, wodurch z.B. in Mittelgebirgsregionen das typische Bild des Wechsels von Wald und offenen Flächen verloren geht. Ebenso sind ein weiterer Rückgang von Streuobstflächen sowie eine weitere Zunahme der Schlaggrößen und eine Einengung der Fruchtfolgen zu beobachten. Die Entwicklung der Ausstattung mit naturnahen Landschaftselementen und High Nature Value-Flächen kann im Zeitverlauf noch nicht beurteilt werden, bedarf aber weiterer Anstrengungen, um deren Zielwert von 19% bis 2015 (Stand 2009: 13%) zu erreichen.

Luft:

Die allgemeine Gefährdungs- und Belastungssituation der Luft hat sich seit 1985 verbessert. Der Ausstoß aller Luftschadstoffe konnte in der Vergangenheit erheblich verringert werden. Doch die landwirtschaftlichen Emissionen wurden im gleichen Zeitraum nur geringfügig reduziert, so dass deren Anteil an den Gesamtemissionen für die meisten Luftschadstoffe zugenommen hat. Dennoch ist der Anteil landwirtschaftlicher Emissionen von Luftschadstoffen im Vergleich zu anderen Quellbereichen meist gering; nur in Bezug auf Ammoniak ist die Landwirtschaft der größte Emittent.

Lebensmittel:

Die Schadstoffbelastung von Lebensmitteln mit unerwünschten Stoffen wie Rückständen und Kontaminanten ist im Allgemeinen als gering einzustufen. Die Ergebnisse der Lebensmittelkontrollen zeigen, dass die festgelegten Höchstwerte meist eingehalten werden, und die gefundenen Belastungen werden i.d.R. nicht als gesundheitsschädigend eingestuft. Dennoch zeigen die immer wieder auftretenden Lebensmittelskandale, dass es zu Übertretungen des Lebensmittelrechts kommt, wobei häufig die entsprechenden

Kennzeichnungsverordnungen nicht berücksichtigt werden und falsch deklarierte Produkte in den Handel gelangen.

Wasser:

Der Zustand des Wassers hat sich sowohl in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht seit 1985 verbessert. Allerdings wird der von der EU-Wasserrahmenrichtlinie geforderte „gute ökologische Zustand“ bisher weitgehend noch nicht erreicht. Der gute chemische Zustand wird von Grundwasserkörpern (63%) und Oberflächenwasserkörpern (88%) großteils eingehalten, allerdings besteht auch hier noch Handlungsbedarf. Der Gehalt an Schadstoffen in den Gewässern ist seit 1985 vielfach deutlich gesunken, da insbesondere Schadstoffeinträge aus Punktquellen reduziert werden konnten. Die Landwirtschaft hat zu diesem Erfolg nur wenig beigetragen, weil sie vor allem flächige Einträge verursacht; ihr Anteil an der Belastung der Gewässer hat daher häufig zugenommen. Es ist jedoch festzuhalten, dass Schutzmaßnahmen teils erst in jüngster Vergangenheit umgesetzt wurden, so dass mit weiteren Schadstoffreduktionen im Wasser zu rechnen ist.

Zur Minderung der negativen Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion formulierte der SRU 1985 eine Reihe von Empfehlungen, die sich teils auf die Weiterentwicklung und Präzisierung vorhandener Instrumente bezogen, aber auch neue Forderungen enthielten, wie die Einführung von Betreiberpflichten für die Landwirtschaft oder einer Stickstoffabgabe, sowie die Honorierung von Umweltleistungen durch Bewirtschaftungsbeiträge. Im Folgenden wird der Umsetzungsstand der zentralen Forderungen des SRU von 1985 kurz dargestellt.

Die zentrale Forderung des Themenbereichs Biotopschutz und Landschaftspflege war der Aufbau eines Biotopverbundsystems. Diese Forderung hat 2002 bzw. 2009 Eingang in das Bundesnaturschutzgesetz gefunden und verpflichtet seit dem die Bundesländer zum Aufbau eines Biotopverbundsystems auf 10% der Landesfläche. Bisher sind 15,4% der Bundesfläche als Natura 2000-Gebiet ausgewiesen und 13,0% der landwirtschaftlichen Fläche als High-Nature-Value Fläche, so dass die SRU-Forderung erfüllt zu sein scheint. Dennoch hat der derzeitige Flächenschutz den weiteren Fortgang des Biodiversitätsverlustes bisher nicht effektiv einschränken können, und das Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt, den Biodiversitätsverlust bis 2010 zu stoppen, wurde nicht erreicht. Es werden weitere Bemühungen notwendig sein, um dieses Ziel zukünftig zu erreichen und um auch in der Agrarlandschaft den weiteren Verlust an Lebensräumen und Arten aufzuhalten.

Die Forderungen des SRU nach der Einführung von Betreiberpflichten wurden 1985 kontrovers diskutiert und stießen vielfach auf Ablehnung. Heute sind Betreiberpflichten über die Formulierung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis und insbesondere durch die Einführung von Cross Compliance im Rahmen der Agrarreform von 2003 Bestandteil des politischen Instrumentariums. Weiterer Überarbeitungsbedarf ergibt sich in diesem Bereich in Bezug auf die Konkretisierung der Anforderungen vor allem hinsichtlich der Grundsätze der guten fachlichen Praxis. Ebenfalls sind Überlegungen zu den Kontroll- und Sanktionsmechanismen anzustellen, um die Einhaltung der so definierten Betreiberpflichten sicher zu stellen.

Die Forderungen des SRU, die politischen Anreize zur Produktionssteigerung abzubauen, sind – mit Ausnahme der Produktion von Rohstoffen zur energetischen und stofflichen

Verwertung - heute weitgehend umgesetzt. In mehreren Reformschritten wurden die gestützten Agrarpreise abgebaut und durch Direktzahlungen ersetzt, die seit 2003 unabhängig von Art und Menge der Produktion gewährt werden. Allerdings führt die aktuell starke Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten (Lebensmittel und energetisch nutzbare Biomasse) dazu, dass die Agrarpreise marktbedingt ansteigen und damit die Intensität der Produktion wieder erhöhen.

Der SRU war 1985 der Meinung, dass die damaligen hohen Stickstoffüberschüsse durch eine Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung zu reduzieren wären. Durch eine Abgabe auf mineralischen Stickstoff würde deren Einsatz verteuert und die eingesetzte Menge reduziert. Gleichzeitig stiege der Wert von Wirtschaftsdüngern, wodurch deren Düngewirkung gezielter genutzt würde. Bis heute wurde eine solche Stickstoffabgabe in Deutschland jedoch nicht umgesetzt, obwohl einige Nachbarländer (z.B. Schweden und Dänemark) mit einer solchen Abgabe durchaus Erfahrungen gesammelt haben.

Die Einführung von Bewirtschaftungsbeiträgen zur Honorierung von Umweltleistungen, wie sie 1985 vom SRU gefordert wurden, ist durch die Etablierung der 2. Säule der EU-Agrarförderung und das Angebot an Agrarumweltmaßnahmen auf Ebene der Bundesländer weitgehend umgesetzt. Durch die im Rahmen der Agrarreform von 2003 eingeführten Cross Compliance-Auflagen und die im Rahmen der Agrarreform von 2013 einzuführenden „Greening“-Maßnahmen wird auch in der 1. Säule die Gewährung von Direktzahlungen an die Einhaltung von Umweltauflagen gebunden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Situation der Umwelt- und Naturschutzgüter in einigen Bereichen (Luft, Wasser) zwar verbessert hat, in anderen jedoch weiterhin zunehmende Belastungen und Gefährdungen (Biodiversität, Boden, Klima) festzustellen sind. Der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtbelastungs- und Gefährdungssituation hat vielfach sogar relativ zugenommen, da andere, außerlandwirtschaftliche Belastungsquellen stärker reduziert werden konnten. Auch die Entwicklung der landwirtschaftlichen Wirkfaktoren ist aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes überwiegend negativ zu bewerten.

Die vom SRU formulierten Forderungen sind vielfach umgesetzt worden. Allerdings ist zwischen der Empfehlung des SRU 1985 und den Umsetzungen teils viel Zeit verstrichen, in der sich die Umweltproblematik der Landwirtschaft weiter verschärfen konnte. Eine Reihe von Maßnahmen wie z.B. die Umsetzung von Managementplänen im Rahmen der EU-Wasserrahmen- oder -FFH-Richtlinie werden erst mittel- bis langfristig Wirkungen erwarten lassen, so dass zukünftig in einigen Bereichen mit Verbesserungen der Belastungs- und Gefährdungssituation der Schutzgüter zu rechnen ist. Allerdings sind weitere Maßnahmen notwendig, um die Situation nicht nur kurativ zu verbessern, sondern weiteren Schäden frühzeitig entgegen zu wirken.

Kapitel 2 Summary

In 1985 the Advisory Council on the Environment (SRU) published its special report „Environmental Problems of Agricultural Production“. The broad overview of the subject was unique at that time. The report presented for the first time the impact of agricultural production on nature and environment and made comprehensive recommendations to mitigate negative effects of agriculture.

The report looked at the burden and threats to the protection of resources in the following order: biodiversity, ground water (nitrate pollution), soil, surface water, contamination of food. The Council's specific recommendations related to biotope protection, and landscape conservation, limitation of agricultural emissions, environmentally friendly agricultural production through cropping systems and crop rotation, the agricultural information and monitoring systems, the regulatory framework for the relationship between agriculture and environment and the agricultural policy requirements for environmental-friendly agricultural production.

Key recommendations of the Advisory Council were the establishment of a habitat system, the introduction of operator responsibilities and duties for farmers, the reduction of political incentives aiming at mere production increases, the introduction of a tax on nitrate and the introduction of payments to reward environmental friendly production systems.

The present report presents how, 30 years after the publication of the special report „Environmental Problems of Agricultural Production“, the situation of pollution and risk to resource protection as well as the agricultural activities that adversely affect the subjects of protection changed. The study further considers the implementation status of the recommendations made in 1985 and finally identify those areas that currently require special action.

The basic conditions of agricultural production changed considerably since 1985. The farmer's decisions of production are more and more influenced by the growing global market liberalization and the demand for high quality products by the German consumers (e.g. organic farming, regional production, compliance of standards for animal protection or sustainability). Fundamental changes have occurred through the further development of the Common Agricultural Policy (CAP), the increased importance of environmental and nature conservation policy, as well as the energy policy. The agricultural market today is widely a free market without interventions of the state. Farmers' production decisions are mainly influenced by the demand at the market level. Also the nature and environment protection have received more importance through requirements and incentives (2. Pillar of the CAP). The introduction of agri-environmental policy and its implementation through the agri-environmental measures allow financial rewards for voluntary provision of environmental services. But the environment and landscape protection also has become more important through the increasing requirements, e.g. requirements of Cross Compliance, and the formulation of production guidelines such as the principles of good agricultural practices. In the recent past the agricultural production is also influenced by the energy policy, in particular, the renewable energy sources act that especially focuses on the production of biomass for energy production. Under the existing framework and support system the production of energy biomass is becoming economically more profitable than the production of food or the “production“ of environmental services.

It is not only the basic framework that has changed since 1985. The agricultural sector has also gone through some structural changes and developments. The number of farmers as well as the number of agricultural workers has seen a declining trend. On the other hand, the average sizes of farmers and the average herd size per farm has seen an

increasing trend. Agriculture today is managed and operated in large structures with fewer workers. This structural change tends to continue in the future.

The following is a brief overview of the situation of pollution and risk associated with the subjects of protection and the development of the agricultural impact factors.

The situation of biodiversity protection has further deteriorated since 1985. Despite the introduction of a strategy for biological diversity through Natura 2000 network of protected areas, the loss of habitats and species in the agrarian landscape could not be stopped until now. There are many agricultural effects on the biodiversity in the agrarian landscape:

- adverse effects on habitat (reduction, fragmentation or elimination, eutrophication, elimination of landscape elements that serve as a stepping stone such as increase of field size without landscape elements)
- reduction and elimination of food supply for wild species e.g. through plant protection measures)
- intensification of grassland use
- abandoning of traditional and extensive land use measures
- land utilization (field, grassland as meadow, pasture)
- crop rotation (e.g. restriction of crop rotation)
- infiltration by invasive species
- use of heavy machines, number of overruns and uses.

The list shows that almost all these impact factors have witnessed a negative development from the point of biodiversity protection. Although some measures of species and habitat protection programs are proving successful, most of the agrarian landscape is characterized by an ongoing intensification or abandoning of traditional and extensive land use measures, the loss of habitats and food supply and damages caused by direct contact of pesticides. The discussion about the CAP reform of 2013 and provision of ecological compensation areas show that the protection of biodiversity is still a very important subject and approach to solve the nature and environmental problem.

With regard to the situation of soil protection, developments of impact factors show mixed trends. „For example, the demand for land use for the agricultural buildings or construction of farm roads has seen an increased trend since 1985. This has also led to an increased adverse effect on the soil due to pollution and, heavy weight loads of the machinery used for agricultural purposes. Also the danger of soil erosion and loss of humus has increased. These are related to the use of large fields for the production of maize and root crops which in effect led to the decline in permanent grassland. On the other hand, some positive developments are observed in the material contamination of soil due to a decline in the nitrate and phosphorous surplus balance and the decreasing input of heavy metals. However, the soil pollution caused by pesticides and uranium becomes more important in the public discussion. The principle of good agricultural practice and the cross compliance requirements are currently part of the key soil protection measures. In the recent past, site-specific production requirements are seen as a function to measure soil erosion. But the important indicator „length of the erosive

slope“ has not been included in the assessment of erosion risk, limiting the effectiveness of the measures. Further actions in soil conservation to reduce the pollution and danger of the soil need a comprehensive strategy at EU level including a regulatory soil conservation framework directive, which failed due to the opposition of most member states and their agrarian lobby groups, however.

The subject of climate protection did not play an important role since 1985 and was therefore not considered in the report of the Advisory Council on the Environment. But the illustration on air pollution caused by the agriculture (SRU 1985, Kap. 4.4) includes the greenhouse gas emissions through agricultural cultivation, fertilization and the process of digestion of the farm animals, especially the ruminants. The greenhouse gas emissions from the livestock breeding and fertilization decreased since 1985, amongst others because of the reduction of cattle since the German reunification. On the other side the agricultural use of peat land and the loss of grassland increased the emission of greenhouse gases. Altogether agriculture is responsible for one-third of the greenhouse gas emission, but, if appropriate measures are implemented, it can make a positive contribution to climate protection by binding greenhouse gases in the soil or producing renewable raw material. Restoration of wet land or protection of grassland can also contribute to nature protection.

Since it is created by the perception of human beings on nature and landscape, evaluation of the pollution and danger of the landscape is very much subjectively influenced. And the perception of nature and landscape is always subjective, because a perceptive subject is necessary (Köhler, B. & Preiß, A. 2000, S. 5 u. 6f.). The following impact factors are considered in order to assess landscape and its development since 1985:

- Fallow and waste land areas that are abandoned and left to the successors
- abandoning of traditional scattered orchard meadows, that are part of an extensive grassland traditional land use
- Reduction or elimination of landscape elements that are in the form of small-size, natural, near-natural biotopes.
- field-size and crop rotation as indicator for complex diversity and variety.

This trend shows that the development of these impact factors since 1985 influenced the landscape negatively. Some regions have experienced an increase in fallow and waste land areas. Good examples are the mountainous regions where a loss of their typical landscape – change between forest and grassland – is recognized. There is also abandoning of the traditional scattered orchard meadows, a further increase in field size and a negative development in crop rotations. The development of near-natural landscape elements and High-Nature-Value surface since 1985 cannot be evaluated, but more effort is necessary to reach the target value of 19% until 2015 (2009: 13%).

The general situation of pollution and danger of the air has improved since 1985. The emission of all air pollutants could be reduced considerably over time. However, agricultural emissions were reduced slightly during the same period leading to an increase of air pollutant caused from agriculture. The total share of air pollutants caused by agriculture in comparison to other sources is still low, only ammoniac emissions are most often caused by agriculture.

The contamination of food with undesirable substances such as residues and other contaminants is generally very low. Results from food inspections show that the defined threshold values are usually kept and identified pollutions in most cases are not seen as harmful. Nevertheless, food related scandals are still occurring, food laws with regard to food labeling are not taken into account and mislabeled products are still coming into the marketplace.

The situation with regard to the water resource has shown both quantitative and qualitative improvements since 1985. However, the water framework directive requires a „good ecological state“, which until now has not been in most cases yet achieved. The „good chemical state“ of ground water volumes (63%) and surface water volumes (88%) has been almost reached, but there is still a need for action. The share of pollutant in water declined considerably since 1985, partly because of the decrease of pollutants from point sources. Agriculture has contributed little to this success, due to its extensive area coverage that causes an increase in its share water pollutants. But it is to note that some preventive measures have been introduced recently, which will lead to a further reduction in water pollutant that emerge from agriculture.

The Advisory Council on the Environment formulated recommendations to minimize the negative environmental effect of the agricultural production. Some recommendations referred to the further development or specification of existing instruments, some recommendations referred to the introduction of new instruments like the introduction of operator requirements for the agricultural sector, the introduction of nitrate tax or financial rewards for the provision of environmental services. The implementation level of the central requirements of and recommendations of the Advisory Council on the Environment from 1985 is summarized as follows.

The most important requirement with regard to biotope and landscape protection was the implementation of a habitat network. This requirement was placed in the 2002 and 2009 Federal Nature Conservation Act and since then the federal states are responsible for the installation of a habitat network on 10% of the land area. Until now 15,4% of the federal land area is defined as Natura 2000 area and 13,0% of the agricultural land area as High-Nature-Value areas. With that the recommendation of the Advisory Council on the Environment seems to be fulfilled. Nevertheless, the actual area protection did not stop the loss of biodiversity effectively. The target of the strategy of biodiversity to stop the loss of biodiversity until 2010 has not been achieved. More efforts are necessary to reach the target in the future and to stop the loss of habitats and species in the agrarian landscape.

The recommendation of the Advisory Council on the Environment on implementing operator requirements still remains a controversial issue, which is met with some refusal. Today operator requirements are implemented through the formulation of codes of agricultural good practices and especially through Cross Compliance as part of the CAP-Reform 2003. There is more need of action to concretize the requirement of the good agricultural practices. Also mechanisms for controlling and sanctions are necessary to ensure the compliance of the operator requirements.

The recommendations of the Advisory Council on the Environment to reduce the political incentives which increase the production are now by and large implemented. Agricultural support prices are reduced in several reforms of the CAP and replaced with

direct payments, which are paid regardless of the type and amount of production since 2003. However, the current strong demand for agricultural products (food and energy biomass) would continue to cause an increase in market prices and an increase in the intensity of production.

The Advisory Council on the Environment supported since 1985 the implementation of a nitrate tax to reduce the nitrate surplus. The mineral nitrate should be made more expensive through a tax and the amount of used mineral nitrate should be reduced. At the same time farm fertilizer would increase in value and the farm fertilizer would be used more efficiently. Until today nitrate tax is not implemented in Germany, although some neighbouring countries have made some experiences with nitrate taxes.

In 1985 Advisory Council on the Environment recommended the implementation of incentives for the provision of environmental services. This recommendation was fulfilled through the implementation of the 2. Pillar of the CAP and the agri-environmental measures. Environmental requirements are also implemented in the 1. Pillar of the CAP since the CAP reform 2003 and the implementation of Cross Compliance as well as the greening measures of the CAP reform 2013

In summary, the present report shows that the situation of the subjects of resource protection improved in some areas (air, water), but changed to the worse in other areas (biodiversity, soil, climate). The share of agricultural caused pollution and danger often relatively increased, because other sources of pollution reduced much more. Also the development of the agrarian influence on nature and environment protection was assessed to be negative.

Today, the recommendations of the Advisory Council on the Environment are widely implemented. However, a lot of time has been wasted between the formulation of the recommendations in 1985 and the time of implementation since then. In this period, the interdependency between agricultural production and environmental protection changed for the worse. Some measures, for example the implementation of management plans for framework directive of Water or the FFH directive, will have effect in the medium to the long term. Further improvements in the situation of pollution and danger of the subjects of protection can be expected. However, further measures are necessary to improve the situation of nature and environment not only curatively, but to prevent more damages earlier.

Kapitel 3 Einleitung

Die Landwirtschaft, Grundlage der menschlichen Ernährung, steht in vielfältigen Wechselwirkungen mit der Natur und Umwelt, in der die landwirtschaftliche Produktion stattfindet. Dabei beeinflussen die natürlichen Standortbedingungen die Landwirtschaft zum einen als Rahmenbedingung, die u.a. Einfluss auf Quantität und Qualität der landwirtschaftlichen Produkte hat. Zum anderen wirkt sich die landwirtschaftliche Bodennutzung auf die Natur und Umwelt aus und kann sowohl positive als auch negative Effekte hervorrufen. Diese Auswirkungen haben schon mit Beginn der Landwirtschaft eingesetzt, und eine landwirtschaftliche Bodennutzung ohne Wirkungen auf Natur und Umwelt gibt es nicht (Haber, W. 2012/2013).

Da der Landwirtschaft als größtem Flächennutzer Deutschlands aber auch eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Wirkungen auf Natur und Umwelt zukommt (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 4) – und es vielfach auch im eigenen Interesse der Landwirtschaft ist, mit den natürlichen Produktionsgrundlagen sorgsam umzugehen – ist es ein politisches, gesellschaftliches und wirtschaftliches Ziel, die negativen Umweltwirkungen der Landwirtschaft zu minimieren. Viele Umwelt- und Naturschutzziele sind des Weiteren nur zu erreichen, wenn die Landwirtschaft einen substantiellen Beitrag leistet.

1985 hat sich der Sachverständigenrat für Umweltfragen (nachfolgend SRU genannt) in seinem Sondergutachten „Umweltprobleme der Landwirtschaft“ ausführlich mit den Wirkungen der landwirtschaftlichen Produktion auf die Güter des Umwelt- und Naturschutzes beschäftigt. Die Darstellung und Bearbeitungstiefe waren einmalig zur damaligen Zeit. Eingehend stellte der SRU den Einfluss und die Wirkungsweisen der landwirtschaftlichen Produktion auf Natur und Umwelt dar. Um einen Beitrag zur Lösung der aufgeführten Umweltprobleme der Landwirtschaft zu leisten, formulierte der SRU auch politische Handlungsempfehlungen.

Das Sondergutachten des SRU von 1985 wird 2015 30 Jahre „alt“. Umweltwirkungen der Landwirtschaft sind nach wie vor aktuell und werden sowohl wissenschaftlich untersucht, als auch durch einen breiten Mix politischer Instrumente auf verschiedenen Ebenen der Politik adressiert. Das hier vorliegende Gutachten greift die vom SRU 1985 dargestellte Problematik auf und will dazu beitragen folgende Fragestellungen zu klären:

- Wie stellen sich die Umweltwirkungen der Landwirtschaft heute im Vergleich zu 1985 dar? Welche Verbesserungen der Umwelt konnten erreicht werden, welche Bereiche haben sich weiter verschlechtert?
- Wie ist der aktuelle Umsetzungsstand der vom SRU 1985 formulierten Handlungsempfehlungen? Welche Empfehlungen wurden aufgegriffen und umgesetzt, welche nicht, und welcher weitere Handlungsbedarf ergibt sich heute?

Der vorliegende Bericht orientiert sich an der Gliederung und Betrachtungsweise des SRU-Gutachtens von 1985. In Übereinstimmung mit diesem werden im Kapitel 4 Einblicke in die aktuellen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft und Hinweise auf die Änderungen im Vergleich zu 1985 gegeben. In Kapitel 5 werden die sozio-ökonomischen und produktionstechnischen Entwicklungen der Landwirtschaft skizziert. Kapitel 6 beschreibt die aktuelle Belastungssituation der Schutzgüter von Natur und Umwelt und

die dafür relevanten Wirkungen der landwirtschaftlichen Produktion, deren Entwicklung zwischen 1985 und heute so weit als möglich aufgezeigt wird. Kapitel 7 greift die vom SRU 1985 formulierten Handlungsempfehlungen auf und gibt einen Überblick über ihren Umsetzungsstand. Eine Diskussion der Untersuchungsergebnisse und die Ableitung von weiteren Handlungsbedarf wird in Kapitel 8 vorgestellt.

Der SRU hatte 1985 eine Rangfolge der durch die Landwirtschaft verursachten Belastungen der Umwelt- und Naturschutzgüter nach ihrer Schwere aufgestellt und begründet. Als „schwerwiegendste Auswirkung moderner Landwirtschaft“ nannte er „die Beeinträchtigung, Verkleinerung, Zersplitterung und Beseitigung naturbetonter Biotope“, die er zugleich „als Hauptursache des starken Rückgangs wildlebender Pflanzen- und Tierarten ansah. Dieses weiterhin hoch aktuelle Problem wird heute als Verlust der Biodiversität bezeichnet. Dann folgten die Belastungen des Grundwassers, des Bodens, der Oberflächengewässer, der Lebensmittelqualität und an „letzter Stelle folgt[e] schließlich die Belastung der Luft“ (SRU 1985, Tz. 1175 u. Kap. 4.4; vgl. auch Haber 2008). Anhand der im vorliegenden Gutachten betrachteten allgemeinen und landwirtschaftlich verursachten Belastungstrends wird diese Reihenfolge aufgegriffen und kritisch reflektiert.

Im vorliegenden Gutachten werden als Kriterium zur Untersuchung und Bewertung der Umweltprobleme der Landwirtschaft insbesondere Belastungsindikatoren (z.B. Pflanzenschutzmittelabsatz, Stickstoffüberschuss) und Wirkfaktoren (z.B. Flächenumwandlung, Habitatveränderung) betrachtet. Durchgängige Daten- und Beobachtungsreihen von 1985 bis heute liegen in den meisten Fällen nicht vor. Vielfach sind Daten erst ab 1990 verfügbar und werden als Betrachtungsbasis genutzt.

Der im Folgenden verwendete Begriff des Naturschutzes bezieht sich im vorliegenden Bericht auf alle Güter des Naturschutzes und beschränkt sich nicht wie häufig auf den Arten- und Biotopschutz. Umweltschutz ist, wie der SRU im Umweltgutachten 1987 definiert hat, stets auf Lebewesen bezogen – in der Regel auf die Menschen – und daher nicht identisch mit Naturschutz.

Kapitel 4 Entwicklungstendenzen der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen seit 1985

4.1 Entwicklung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen

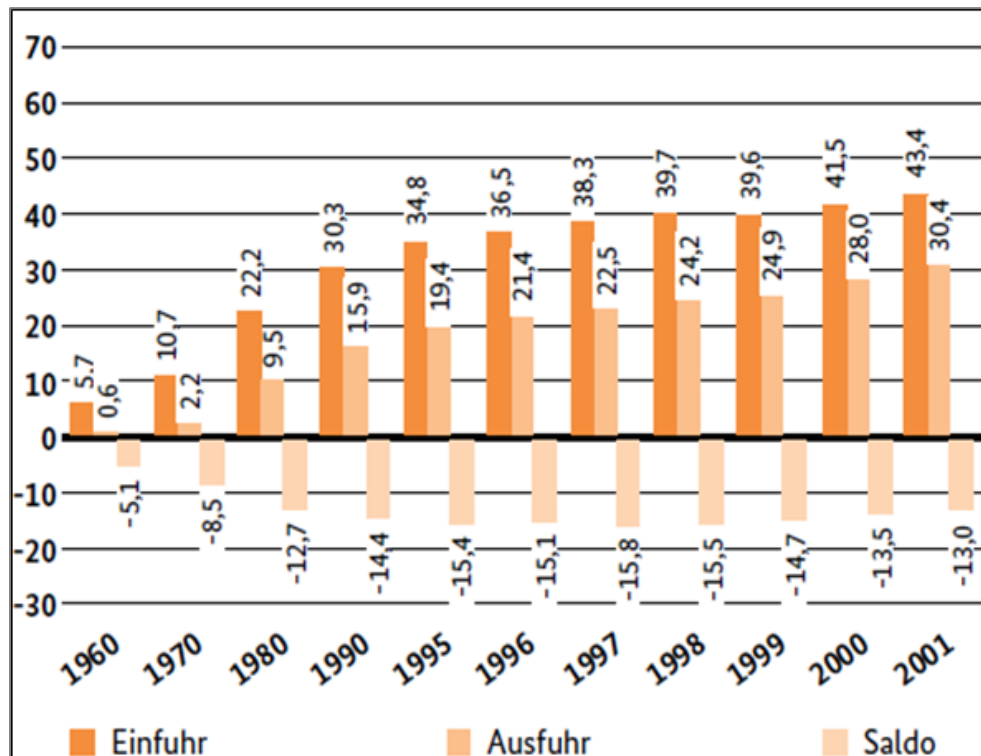
Globalisierung

Die Globalisierung, d.h. die weltweite Verflechtung von Wirtschaft, Gesellschaft, Kulturen und Politik hat seit 1985 maßgeblich an Bedeutung gewonnen, wozu sinkende Transport- und Kommunikationskosten entscheidend beitrugen. Die Transportkosten sanken vor allem zwischen Anfang der 80-er und Ende der 90-er Jahre aufgrund der niedrigen Erdölpreise (Bundeszentrale für politische Bildung 2010). Doch auch die sinkenden Zölle und die Liberalisierung der Märkte durch das GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) wirkten sich positiv auf die Globalisierung aus.

Auch auf die Landwirtschaft hat die Globalisierung Auswirkungen. So haben für Deutschland sowohl Agrarausfuhren als auch Agrareinfuhren zugenommen (siehe Abb. 1,

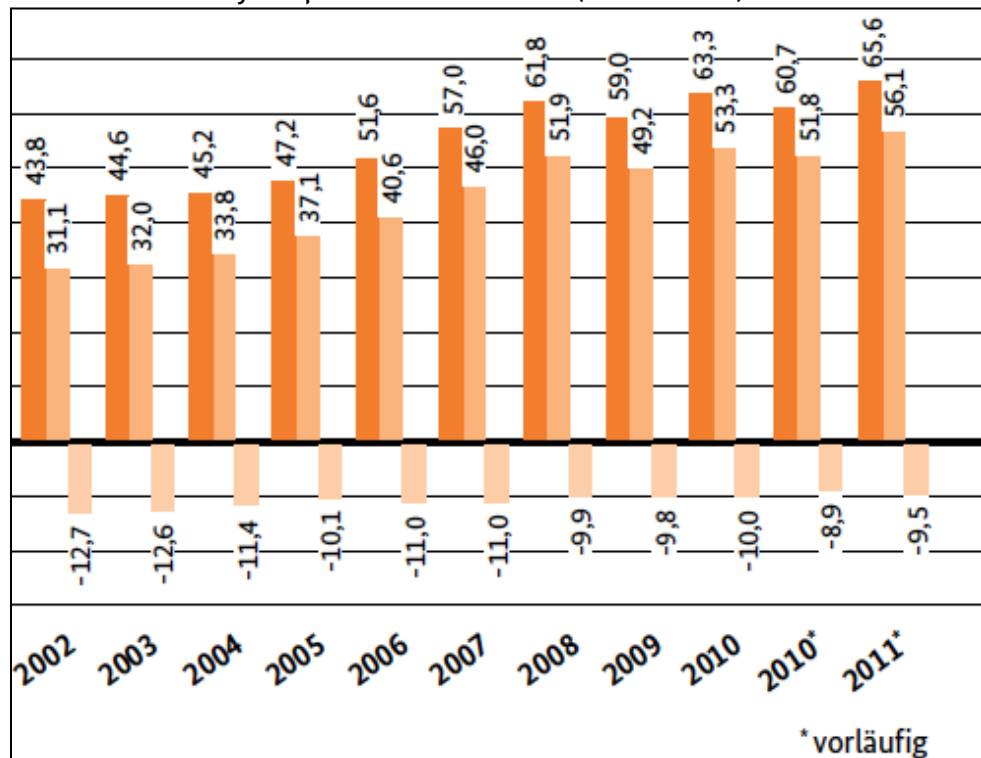
2). 2011 wurden landwirtschaftliche Waren in einem Wert von 65,6 Mrd. € exportiert und Waren im Wert von 56,1 Mrd. € importiert.

Abb. 1: Deutscher Agraraußenhandel 1960 bis 2001 (in Milliarden €)



Quelle: BMELV 2012a, S.10 u. 11.

Abb. 2: Deutscher Agraraußenhandel 2002 bis 2011 (in Milliarden €)



Quelle: BMELV 2012a, S.10 u. 11.

Der Weltmarkt stellt einen wichtigen Absatz für in Deutschland erzeugte Agrarprodukte dar. So „erzielt (die deutsche Landwirtschaft) inzwischen rund 25 % ihrer Verkaufserlöse aus dem Agrarexport“ (BMELV 2011a, S. 27).

Folgen des weltweiten Handels mit lebenden Tieren und Agrarprodukten können die Einfuhr und schnelle Verbreitung z.B. von Tierkrankheiten und menschlichen Krankheitserregern (z.B. EHEC 2011) oder die Einschleppung invasiver Arten sein. In der Öffentlichkeit wird besonders auch der Import von Agrarprodukten diskutiert, die gentechnisch veränderte Bestandteile enthalten oder insgesamt gentechnisch modifiziert sind.

Wiedervereinigung Deutschlands

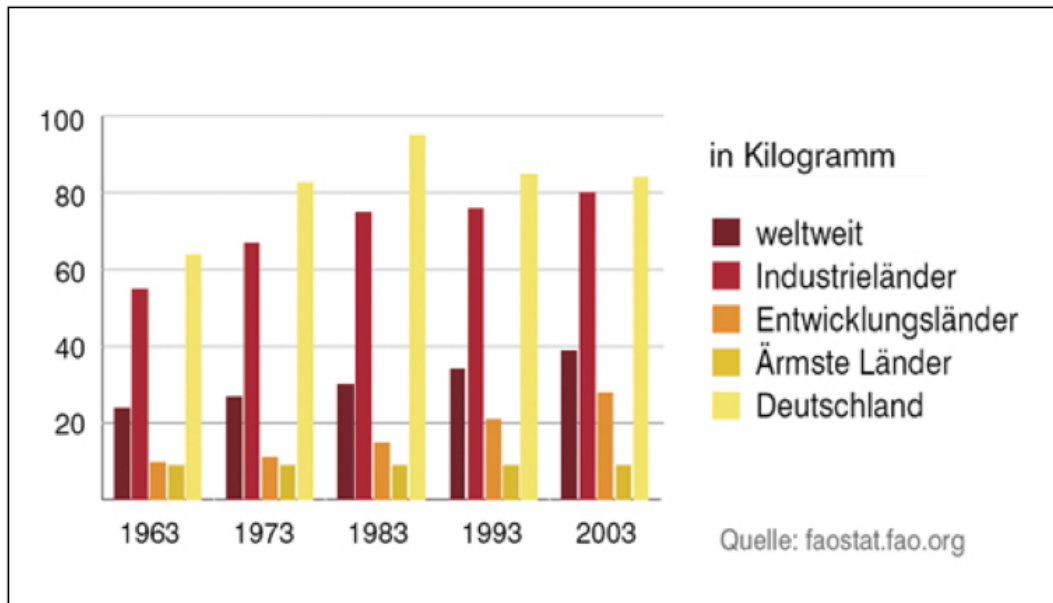
Durch die Wiedervereinigung 1990 hat sich die landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands wesentlich vergrößert. In den ostdeutschen Bundesländern kam es zu erheblichen Umstrukturierungen der landwirtschaftlichen Struktur sowohl in sozio-ökonomischer als auch in produktionstechnischer Hinsicht. Das Landwirtschaftsanpassungsgesetz vom Juni 1990 diente „der Entwicklung einer vielfältig strukturierten Landwirtschaft und der Schaffung von Voraussetzungen für die Wiederherstellung leistungs- und wettbewerbsfähiger Landwirtschaftsbetriebe, um die in ihnen tätigen Menschen an der Einkommens- und Wohlstandsentwicklung zu beteiligen“ (§3). Eine Folge der Umstrukturierung war beispielsweise der Abbau von großen Tierbeständen in Ostdeutschland, wenngleich jetzt wieder eine Zunahme der Tierbestände zu beobachten ist.

Konsummuster

Die Konsummuster haben sich in Deutschland und weltweit in den letzten Jahrzehnten stark verändert. An dieser Stelle wird eine kurze Übersicht über diejenigen Entwicklungen gegeben, die auch aus Umwelt- und Naturschutzsicht Relevanz haben. Hierzu zählen der wachsende Konsum von Fleisch (und anderen tierischen Produkten), von ökologischen und regionalen Produkten sowie die Zunahme der Nahrungsmittel-Abfälle. Es ist jedoch anzumerken, dass eine pauschale Zuordnung negativer oder positiver Wirkungen zu einer bestimmten Konsumweise nicht möglich ist, wenngleich ein hoher Fleischkonsum durchaus generell mit negativen Wirkungen verbunden ist.

Der weltweite Fleischkonsum pro Kopf ist seit den 1960-er Jahren von ca. 55 kg auf ca. 80 kg pro Jahr angestiegen. Von einer weiteren Zunahme des Fleischkonsums ging auch 1985 der SRU aus (SRU 1985, S. 41). In Deutschland ist der Fleischverbrauch seit Mitte der 1980-er Jahre von ca. 95 kg allerdings wieder auf ca. 82 kg Schlachtgewicht pro Kopf (2003) gesunken (siehe Abb. 3). Für die Erzeugung von Fleisch werden weltweit 30 bis 50% der Getreideproduktion als Viehfutter verwendet (FAO 2006 in Tscharnkte, T. et al. 2012).

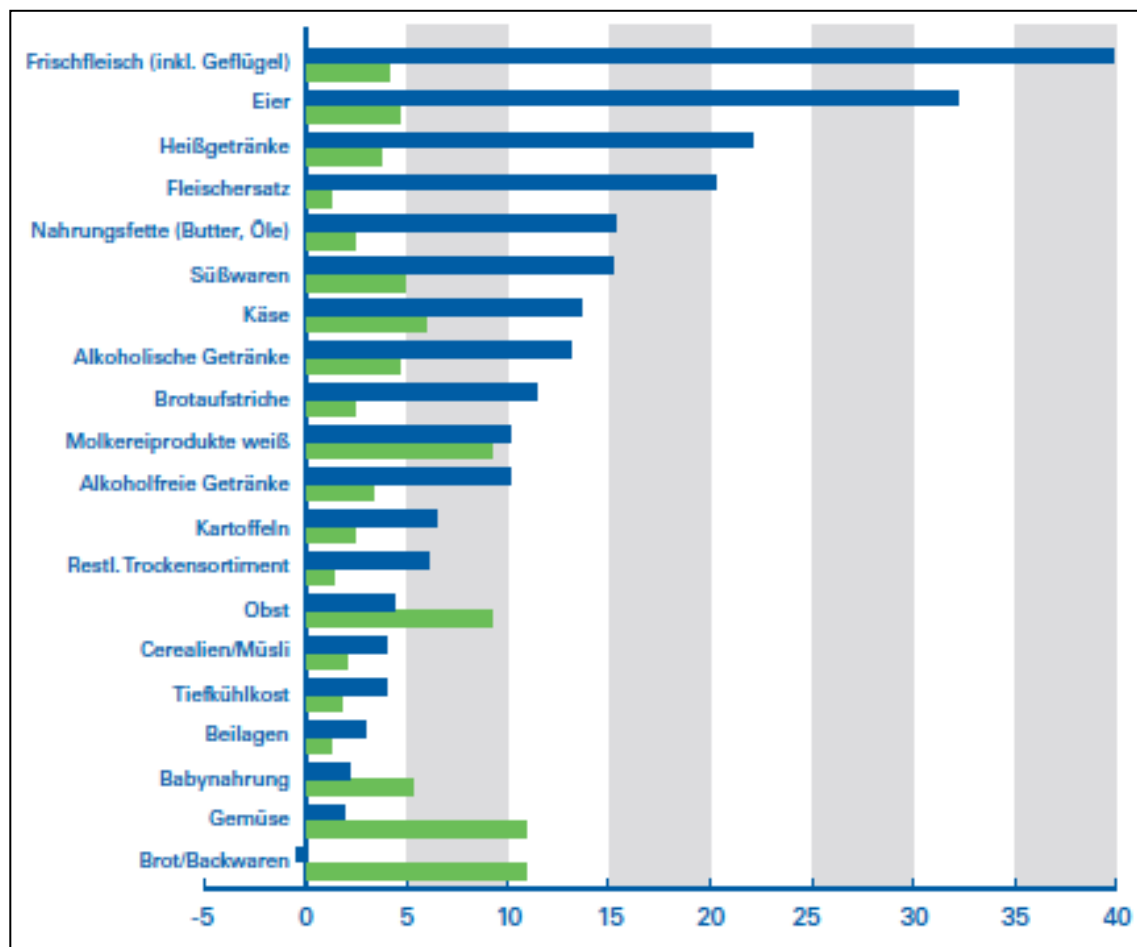
Abb. 3: Jährlicher Fleischkonsum pro Kopf



Quelle: Weltagrarbericht 2009, S. 25

Der Konsum von Produkten aus dem ökologischen Landbau nimmt in Deutschland seit Jahren zu. Die Wachstumsraten des Umsatzes lagen 2011 bei vielen Produkten im zweistelligen Bereich (siehe Abb. 4) und überstiegen die Zunahme der inländischen ökologischen Produktion, so dass der Import ökologischer Produkte zunimmt (Bund ökologischer Lebensmittelwirtschaft 2012, S. 18).

Abb. 4: Umsatzentwicklung bei einzelnen Bio-Produkten (in %)



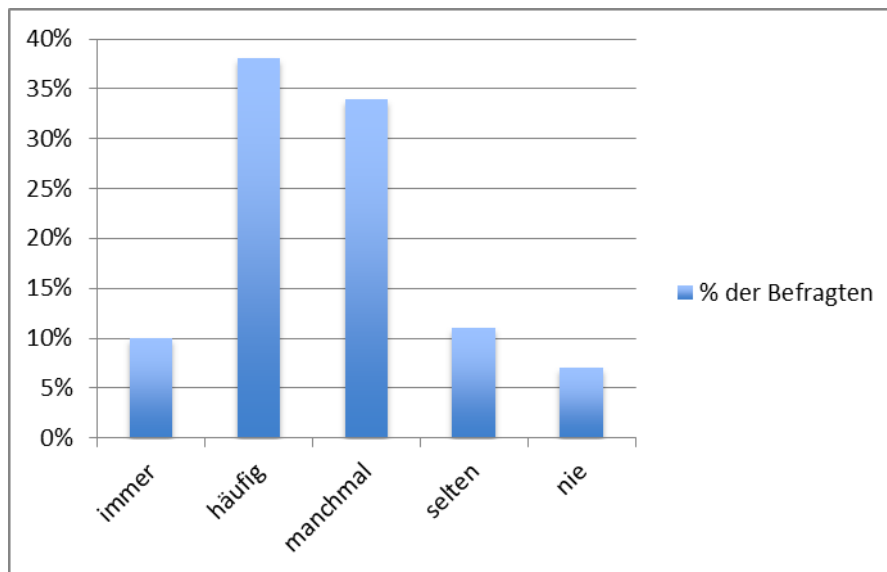
Quelle: BÖLW Bund ökologischer Lebensmittelwirtschaft 2012, S. 17

blau = Umsatzwachstum 2011; grün = Marktanteil am Bio-Markt

In Deutschland wurden 2010 von jedem Bundesbürger 73,6 € pro Jahr für ökologische Produkte ausgegeben, insgesamt in Deutschland 6.020 Mio. € (Bund ökologischer Lebensmittelwirtschaft 2012, S. 23).

Auch der Konsum regionaler Produkt steigt in den letzten Jahren kontinuierlich an, wobei statistische Daten nicht vorhanden sind, da eine einheitliche Definition und Kennzeichnung regionaler Produkte bisher nicht existierte, sondern ersatzweise z.B. Wettbewerbe wie „Natürlich regional“ des NABU ausgelobt wurden. Seit 2012 wird ein Kriterien- und Kennzeichnungssystem im Projekt „Regionalfenster“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz entwickelt und erprobt, welches seit Anfang 2014 für mehr Transparenz sorgen soll. Befragungen von Konsumenten (siehe Abb. 5) ebenso wie das Engagement des Lebensmitteleinzelhandels in diesem Bereich deuten auf eine wachsende Nachfrage und steigende Zuwachsraten hin.

Abb. 5: Umfrage: Wie oft entscheiden Sie sich, wenn Sie Lebensmittel oder Getränke einkaufen, für Produkte oder Marken, die in der Region angebaut werden?



Quelle: eigene Darstellung nach Statista 2013

Im Zusammenhang mit Konsummustern ist auch die Entstehung von Nahrungsmittelabfällen entlang der Wertschöpfungskette von Bedeutung. Nahrungsmittel werden auf allen Stufen der Kette weggeworfen. Die FAO schätzt, dass weltweit ein Drittel der Ernte im Abfall endet (Gustavsson, J. et al. 2011). Auf Ebene der Konsumenten geben 58% der befragten Bundesbürger an, ab und an Nahrungsmittel wegzuworfen. Insgesamt werden in Deutschland 11 Mio. t Nahrungsmittel „von Industrie, Handel, Großverbraucher und Privathaushalten“ entsorgt (Hafner, G. et al. 2012, S. 8).

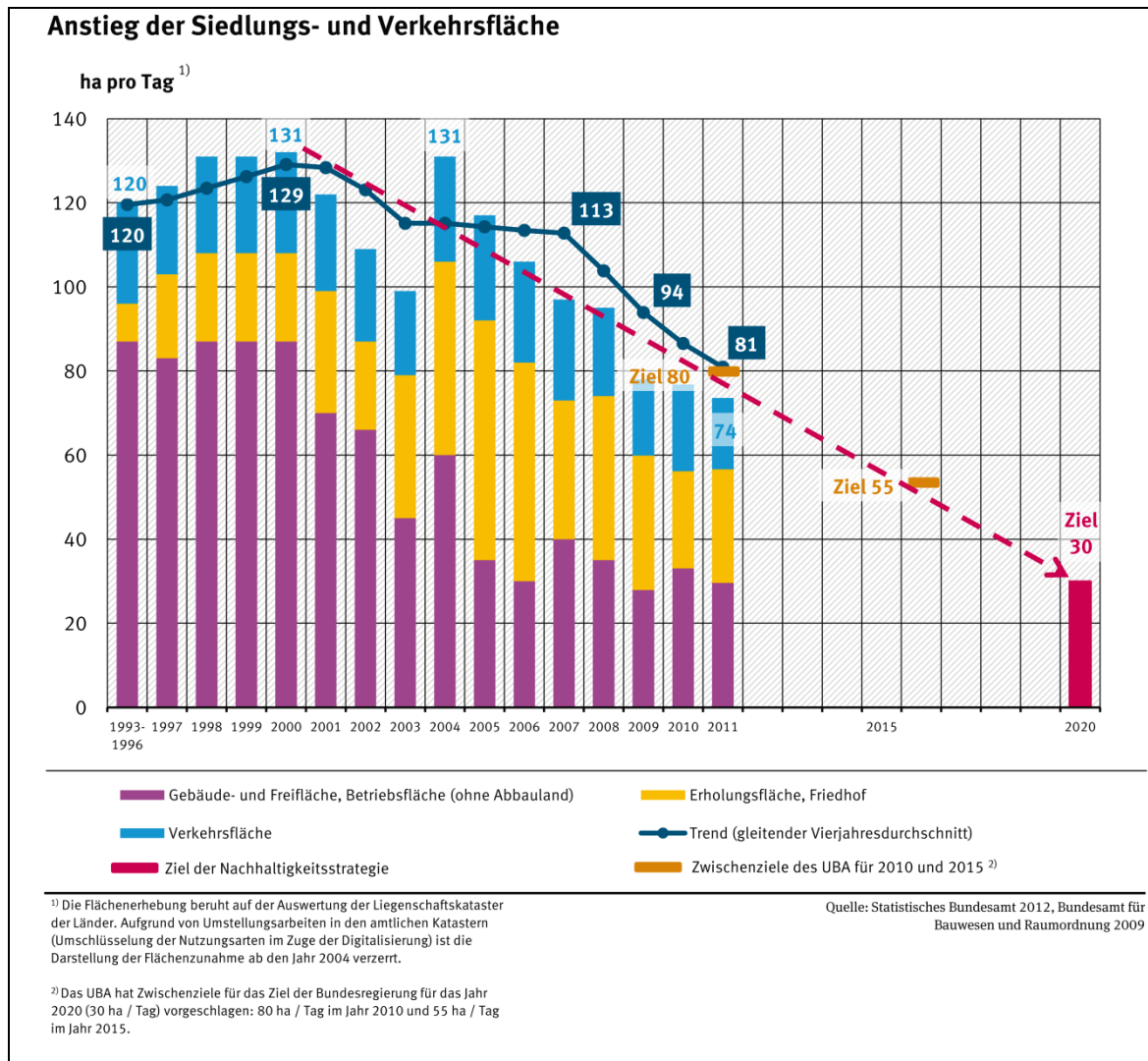
Labeling

Die Erwartungen der Konsumenten an die Einhaltung von gewissen Produktionsstandards haben in der Vergangenheit zugenommen. Diesen Erwartungen kommt die Agrarwirtschaft durch die Kennzeichnung mit verschiedenen Labels nach. So werden bspw. ökologisch erzeugte Produkte mittlerweile durch ein EU-weit einheitliches Label gekennzeichnet. Ferner wurden u.a. Labels für Gentechnikfreiheit, Tierschutz, Regionalität und verschiedene Nachhaltigkeitskriterien (Betriebsmanagementsysteme z.B. der DLG und der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) eingeführt. Labels gehen sowohl auf staatliche Aktivitäten als auch auf die Arbeit von NGOs oder auf privatwirtschaftliche Interessen des Lebensmittelhandels zurück. Dabei ist die Definition von Kriterien, die für den Erhalt eines Labels eingehalten werden müssen, oft als unzureichend zu bewerten. Die wissenschaftlichen Beiräte für „Verbraucher- und Ernährungspolitik“ und „Agrarpolitik“ haben sich daher in einer gemeinsamen Stellungnahme dafür ausgesprochen, die Label-Flut für den Verbraucher verständlicher zu gestalten bzw. ein freiwilliges Siegel zur Kennzeichnung von Nachhaltigkeit mit verschiedenen Stufen einzuführen. Zur Umsetzung eines solchen Vorhabens sind jedoch weitere Forschungsaktivitäten notwendig, um aussagekräftige Kriterien und Indikatoren sowie eine entsprechende Erhebungs- und Bewertungsmethodik zu entwickeln (Wissenschaftliche Beiräte für Verbraucher- und Ernährungspolitik sowie Agrarpolitik des BMELV 2011). Festzuhalten ist jedoch, dass zunehmend Qualitätsanforderungen an die Agrarwirtschaft gestellt werden, mit denen sich auch die Landwirte auseinandersetzen müssen und die sowohl bewusstseinsbildende Wirkungen haben als auch zu Änderungen im Produktionsprozess führen können.

Flächenumnutzung und Bodenverlust

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche nimmt jedes Jahr um den Flächenanspruch für Siedlungs-, Verkehrs- und Erholungszwecke ab, wofür aktuell ca. 80 ha pro Tag neu verwendet werden (siehe Abb. 6). Das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie ist, diese Flächeninanspruchnahme auf 30 ha pro Tag bis 2020 zu begrenzen (BMU 2007, S. 51).

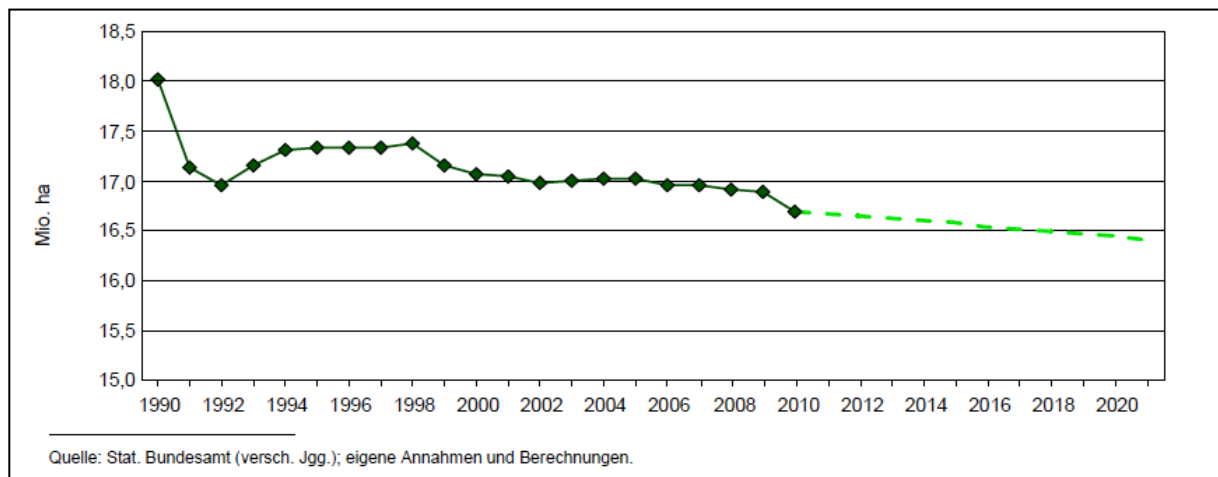
Abb. 6: Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche



Quelle: Umweltbundesamt 2012a

Von 1999 bis 2009 nahm die landwirtschaftliche genutzte Fläche jährlich um ca. 26.000 ha ab (Offermann, F. et al. 2012, S. 10). Diese Verluste gehen weitgehend zulasten des Grünlandes. Aufgrund der Erfassungsuntergrenzen wurden einige landwirtschaftlich genutzte Flächen in den statistischen Daten nicht berücksichtigt, wodurch die stärkeren Rückgänge 1999 und 2010 zu erklären sind (siehe Abb. 7).

Abb. 7: Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland

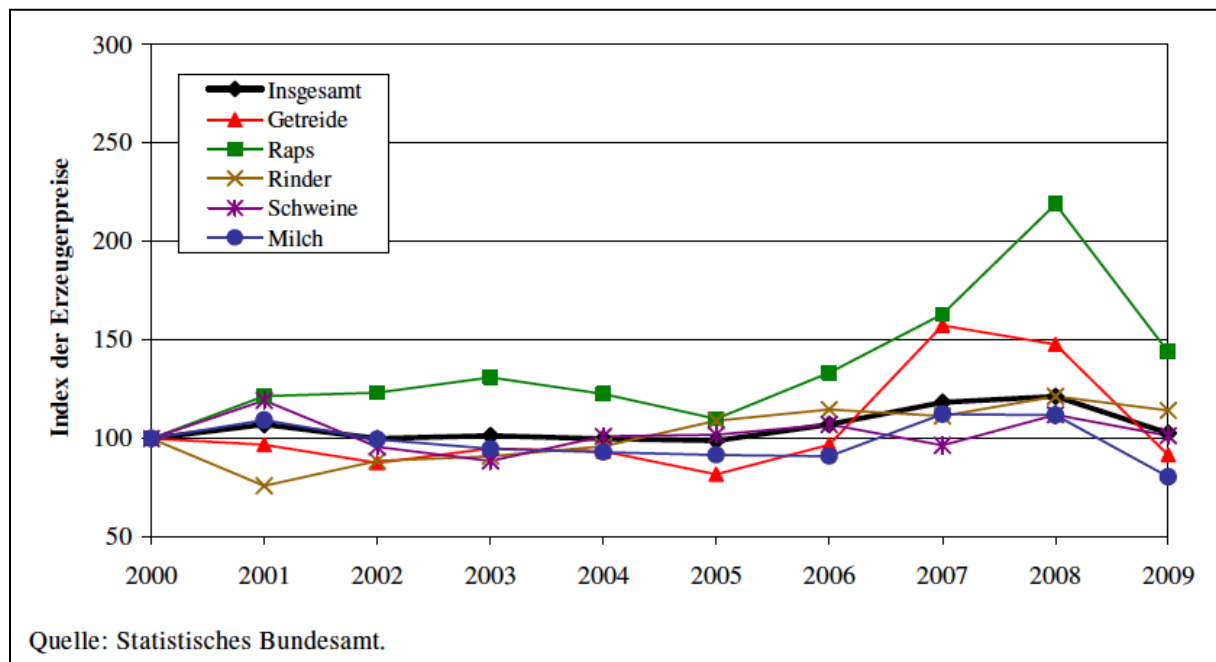


Quelle: Offermann, F. et al. 2012, S. 10

4.2 Entwicklungen der Markteinflüsse

Die Entkopplung der Direktzahlungen und die zunehmende Liberalisierung der Agrarpolitik (siehe Kapitel 5.1) tragen auf den Agrarmärkten zu Volatilitäten bei, die „auch auf die Erzeugerpreise in Deutschland durchschlagen“ (Tietz, A. et al. 2011, S. 10) (siehe Abb. 8). 1985 war der EG-Binnenmarkt noch ein weitgehend geschützter Markt und Preisschwankungen auf den Agrarmärkten waren durch das Interventionssystem nach unten begrenzt. Eine „etwaige Überschussproduktion“ wurde zu garantierten Interventionspreisen von der EU abgenommen (SRU 1985, S. 26).

Abb. 8: Index der Erzeugerpreise ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte (2000=100)

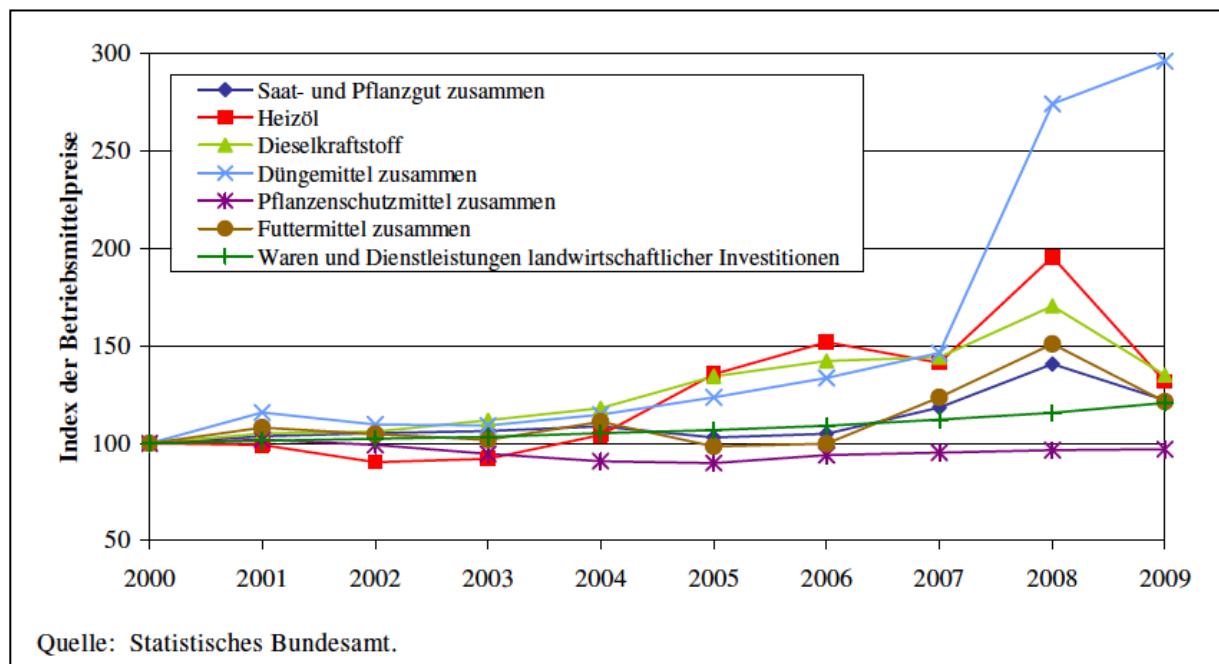


Quelle: Tietz, A. et al. 2011, S. 10

Die Preise für landwirtschaftliche Vorleistungen (Betriebsmittel) entwickelten sich in der Vergangenheit uneinheitlich (siehe Abb. 9). „Überproportionale Preissteigerungen sind

seit längerem im Bereich Energie zu beobachten“, was sich auch auf Produktionsmittel wie Dünger auswirkt (Offermann, F. et al. 2012, S. 9.). Zu Preissteigerungen der landwirtschaftlichen Vorleistungen hat aber auch die starke Nachfrage geführt, die wiederum durch die teils hohen Erzeugerpreise hervorgerufen wird. Die sinkenden Erzeugerpreise 2009 haben aber keinen Rückgang der Preise für landwirtschaftliche Vorleistungen herbeigeführt (Tietz, A. et al. 2011, S. 11).

Abb. 9: Index der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel (ohne Umsatzsteuer, 2000=100)



Quelle: Tietz, A. et al. 2011, S. 11

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Landwirte sich zunehmend am Markt orientieren müssen und sowohl Änderungen des Absatz- als auch des Produktionsmittelmarktes in ihre Produktionsentscheidungen verstärkt Eingang finden.

4.3 Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen

Das SRU-Gutachten über Umweltprobleme der Landwirtschaft (1985) erschien in einer Situation komplizierter und unübersichtlicher agrar-, umwelt- und rechtspolitischer Rahmenbedingungen, was die Umsetzung seiner Forderungen erschwerte und verzögerte. So war die deutsche Bundesregierung als Adressat des Gutachtens an die Zuständigkeit der Europäischen Gemeinschaft (EG, ab 1992 EU) für Agrarpolitik und Agrarrecht gebunden, musste aber in ihrem Einflussbereich auch die entschiedene Ablehnung des Gutachtens durch die politisch einflussreichen Landwirtschaft berücksichtigen. Weitere Schwierigkeiten gab es in Bezug auf den Begriff „Umwelt“. Der SRU hatte in die landwirtschaftlichen „Umwelt“probleme auch die „Naturschutz“probleme einbezogen; beide stimmen aber inhaltlich, rechtlich und auch im politischen Verständnis nicht überein und benötigen daher unterschiedliche Vorgehensweisen. Zu deren Verständnis bringt der nächste Abschnitt einen kurzen rechtshistorischen Exkurs über die Begriffe „Natur(schutz)“ und „Umwelt(schutz)“ (vgl.

Haber, W., 2014, S. 77-78 u.107), um dann in den weiteren Abschnitten auf die aktuelle Entwicklung einzugehen.

4.3.1 Entstehung und Anwendung der Begriffe Natur(schutz) und Umwelt(schutz)

Im 19. Jahrhundert erzielte die technisch-industrielle Entwicklung enorme und rasche Fortschritte, die sich demographisch in schnell wachsenden Großstädten zeigten. Die Nahrungsversorgung der an Zahl und Ansprüchen stetig zunehmenden Stadtbewohner wurde zu einem vorrangigen politischen Problem, das nur mit einer durchgreifenden Modernisierung und Rationalisierung der landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen zu lösen war. Die dafür geschaffene Agrarpolitik stellte die Landwirtschaft unter eine umfassende staatliche Organisation mit lenkender Beratung und Förderung sowie finanzieller Stützung der Betriebe und ihrer Strukturen. Die Folge war eine ebenso tiefgreifende Veränderung der traditionellen, als schön empfundenen bäuerlichen Kulturlandschaft, bei der viele ihrer Qualitäten, vor allem in Form ihrer naturnahen Bestandteile verloren gingen. Dadurch kam es im städtischen Bürgertum, das maßgebenden Einfluss auf das – gleichfalls im städtischen Milieu ansässige – staatliche Handeln gewonnen hatte, zu einer Spaltung der Einstellungen. Während die eher technokratisch denkende Bürgerschicht die agrarpolitischen Fortschritte guthieß, stießen diese unter den technik-kritisch eingestellten städtischen Bürgern auf wachsenden Widerstand. Aus ihm ging die Bewegung des – auf die Bewahrung des ländlichen Raumes ausgerichteten – Heimatschutzes hervor, der seinerseits zur Gründung des Naturschutzes führte. Er wurde 1906 zur Staatsaufgabe erhoben, erhielt aber statt eigener Rechtsgrundlagen oder Behörden nur kleine Fachstellen mit geringstmöglicher Personalausstattung, stützte sich weitgehend auf ehrenamtliche Aktivitäten und erhielt keinerlei Einfluss auf die Agrarpolitik (Frohn, H.-W., 2006).

Erst 1935 wurde ein („Reichs“-)Naturschutzgesetz erlassen, das nach § 1 den „Schutz der Natur in allen ihren Erscheinungen“ gebot, diesen jedoch in den Einzelschriften auf die lebenden und schutzbedürftigeren Bestandteile der Natur beschränkte und das Landschaftsbild nur „vor verunstaltenden Eingriffen“ bewahren sollte. Zugleich wurde die administrative Zuständigkeit für den Naturschutz vom Kultus- in das Forstressort, also in den Bereich der Landnutzung übertragen – ohne auf diese jedoch nennenswerten Einfluss auszuüben (Haber, W., 2014, S. 79). Die Landwirtschaft wurde im Gesetz gar nicht angesprochen, nicht einmal das Wort wurde erwähnt. Dieses Gesetz blieb nach dem Ende des Deutschen Reichs (1945) in Westdeutschland (Bundesrepublik) gültig, aber nicht mehr in der Zuständigkeit der obersten staatlichen Instanz, also der Bundesebene, sondern der einzelnen Bundesländer.

Im Wiederaufbau von Wirtschaft und Gesellschaft nach dem II. Weltkrieg erhielt die Landwirtschaft erneut ein sehr großes politisches Gewicht, da sie die in den Kriegs- und Nachkriegsnöten aufgetretene Nahrungsmittelverknappung zu überwinden hatte. Mit einem außergewöhnlichen administrativ-organisatorischen und finanziellen Aufwand, der die Maßnahmen des 18./19. Jahrhunderts weit übertraf, wurde eine weitere, alle bisherigen Maßstäbe sprengende Modernisierung und Rationalisierung der Landwirtschaft eingeleitet, die in nur wenigen Jahrzehnten unter Einsatz aller technischen, chemischen und biologischen Mittel die überkommene Struktur der Agrarlandschaft und das Erscheinungsbild des ländlichen Raumes grundlegend und

weithin irreversibel veränderte. Von Naturschutz und Landschaftspflege war dabei kaum je die Rede (vgl. Haber, W., 2014, S. 85 f.).

Diese Entwicklung verstärkte sich ab 1957, als sich sechs europäische Staaten, darunter die Bundesrepublik Deutschland, zu einer Wirtschaftsgemeinschaft zusammenschlossen und darin auch eine Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) vereinbarten (vgl. Patel, K. K., 2009). 1973 wurde zwar der Naturschutz in die agrarpolitischen Ziele der Gemeinschaft aufgenommen, blieb aber politisch und administrativ eigenständig und wurde getrennt von der Agrarpolitik entwickelt. Die Gemeinschaft erweiterte sich in den folgenden Jahrzehnten zur Europäischen Union (EU) von (seit 2013) 28 Staaten, die trotz großer standörtlicher und auch traditioneller Unterschiede in der Landwirtschaft den ständig perfektionierten GAP-Regelungen unterworfen sind.

In den 1960er Jahren wurde immer deutlicher erkannt, dass mit den Wiederaufbauleistungen der Nachkriegszeit, der rasanten Wirtschafts- und Verkehrsentwicklung und dem steigenden Wohlstand immer größere Luft- und Gewässerverschmutzungen sowie Belastungen durch Abfälle und Lärm einhergingen, zu deren Verursachern auch die moderne Landwirtschaft gezählt wurde – vor allem durch die großflächige Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, die durch Rachel Carson's Buch „Stummer Frühling“ (1962) große öffentliche Besorgnis auslöste. Aus diesen Erkenntnissen entstand ein gesellschaftliches Umweltbewusstsein und mit ihm die Bewegung des „Umweltschutzes“, die jedoch nicht oder nur teilweise an den Naturschutz anknüpfte, sondern sich parallel dazu entwickelte (vgl. Haber, W., 2014, S. 107). Der Umweltschutz erhielt seine weltweit erste gesetzliche Grundlage durch den in den USA 1969 erlassenen „Environmental Protection Act“. Innerhalb weniger Jahre griff die damit begründete Umweltschutzpolitik auf fast alle westlichen Industrieländer einschließlich der damaligen Bundesrepublik Deutschland über.

Die deutsche Bundesregierung beschloss 1970 ein ehrgeiziges Umweltprogramm und beauftragte das Bundesministerium des Innern (BMI) mit seiner Umsetzung, errichtete außerdem ein Umweltbundesamt (UBA) und berief zur wissenschaftlichen Beratung den Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU). Da die wesentlichen Umweltschutzgüter Wasser/Gewässer, Luft und Boden Bestandteile der Natur sind, hätte es – im Rückblick – nahe gelegen, den Umweltschutz auf der Basis der schon bestehenden Institutionen des Naturschutzes aufzubauen. Diese waren jedoch politisch schwach und marginal, zumal der Naturschutz in der Zuständigkeit der Bundesländer lag und auf Bundesebene nur durch ein Referat in der Forstabteilung des Bundeslandwirtschaftsministeriums (BML) mit einer ihr nachgeordneten Bundesforschungsanstalt für Naturschutz vertreten war. Außerdem gab es den aus privater Initiative entstandenen „Deutschen Rat für Landespflege“ unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten, aber ohne gesetzliche Grundlage. Der neue Umweltschutz mit seinem hohen politischen Gewicht wurde dagegen in der Zuständigkeit der Bundesregierung (mit sog. „konkurrierender Gesetzgebung“) verankert, die in kurzer Folge bestehende Gesetze verschärfte oder neue Gesetze (z.B. für Immissionsschutz und Abfallwirtschaft) erließ. Diese Entwicklung gab immerhin Anlass, das als Länderrecht noch gültige Naturschutzgesetz von 1935 durch ein eigenes „Bundesgesetz für Naturschutz und Landschaftspflege“ (BNatSchG) von 1976 zu ersetzen. Als Rahmengesetz beließ es die Zuständigkeit jedoch bei den Bundesländern, und auf der Bundesebene behielt das BML die Federführung für den Naturschutz.

4.3.2 Das Bundesnaturschutzgesetz von 1976

Das BNatSchG von 1976 ist insofern bemerkenswert, als es in seinen beiden ersten Paragraphen den Naturschutz als umfassenden Umweltschutz versteht – ohne jedoch diesen Begriff zu verwenden – und damit (ökologisch richtig) impliziert, dass die "Natur" der "Umwelt" übergeordnet ist. Dieser ganzheitliche Gültigkeitsanspruch wird aber in den weiteren Paragraphen des Gesetzes, die sich vor allem dem Arten- und Biotopschutz, den Schutzgebieten sowie der Landschaftsplanung und -pflege detailliert widmen, nicht mehr durchgehalten. Daher wurde Naturschutz weiterhin weitgehend parallel zum Umweltschutz betrieben, blieb aber im politischen Gewicht dahinter zurück.

Die Landwirtschaft, die im Naturschutzgesetz von 1935 nicht einmal Erwähnung gefunden hatte, hat im BNatSchG von 1976 eine maßgebliche Berücksichtigung gefunden (vgl. Haber, W., 2014, S. 107f.). So sind die Naturschutzgüter in § 1 Abs. 1 gegenüber dem Vorgängergesetz, das pauschal den „Schutz der Natur in allen ihren Erscheinungen“ vorschrieb, in vier Kategorien aufgegliedert:

- Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts
- Nutzungsfähigkeit der Naturgüter
- Pflanzen- und Tierarten
- Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft.

Dabei fällt auf, dass leistungs- und nutzungsbezogene Schutzgüter den „klassischen“ Naturschutzzielen (Nr. 3 und 4) vorangestellt wurden und das Gesetz schon damit als „landnutzungsfreundlich“ kennzeichnen. Begriffe wie Naturhaushalt oder Naturgüter (oft auch als Naturkapital oder Naturressourcen bezeichnet) sind indessen abstrakt und außerdem kategorial verschieden von den sinnlich erfahrbaren Naturschutzgütern Nr. 3 und 4, also Pflanzen, Tieren und Landschaft, deren Sicherung mit der Erhaltung eines "leistungsfähigen" Naturhaushalts und von "nutzungsfähigen" Naturgütern nicht automatisch gewährleistet ist. Die vier Ziele stimmen also nicht überein und sind obendrein in idealistischen, unbestimmten Rechtsbegriffen formuliert. In Erkenntnis dieser Probleme haben die Verfasser des Gesetzes in § 1 Abs. 2 ein Abwägungsgebot eingefügt, wonach die Ziele Nr. 1-4 untereinander, aber auch „gegen die sonstigen Anforderungen an Natur und Landschaft“ abzuwägen seien – was in der Praxis meist zugunsten der Landwirtschaft erfolgte und den Naturschutz benachteiligte.

Die „Landnutzungs-Begünstigung“ im BNatSchG von 1976 wird in § 1 noch weiter bekräftigt. Sein Absatz 3 lautet: „Der ordnungsgemäßen Land- und Forstwirtschaft kommt für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft eine zentrale Bedeutung zu; sie dient in der Regel den Zielen dieses Gesetzes“. Der Begriff „ordnungsgemäß“ ist im Gesetz jedoch nicht definiert. Zu dessen wichtigen Neuerungen zählte die Regelung von „Eingriffen“ in Natur und Landschaft, die definiert sind als „Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können“ (§ 8 Abs. 1). Obwohl die moderne landwirtschaftliche Bodennutzung ständig solche Veränderungen vornimmt, war sie, wenn „ordnungsgemäß“, nach § 8 (7) „nicht als Eingriff in Natur und Landschaft anzusehen“. Als Begründung dafür wurden die historischen Leistungen der Landwirtschaft in der Schaffung und Erhaltung der ländlichen Kulturlandschaft

angeführt, dabei aber übergangen, verschwiegen (oder gar bestritten), dass sie diese durch ihre modernen Nutzungsweisen weitgehend wieder aufhob.

Diese „Landwirtschaftsklauseln“ im BNatSchG 1976 bezeugen als „Agrarprivileg“ (Haber, W., 2014, 108) den großen politischen Einfluss der Landwirtschaft auf den Umwelt und Naturschutz in den 1970er Jahren, obwohl die von der modernen Landwirtschaft direkt oder indirekt verursachten Schädigungen oder Belastungen bekannt und nachgewiesen waren. Dieser Einfluss zeigte sich auch darin, dass Naturschutzgebiete oder Biotope geschützter Arten meist aus einer „negativen Auslese“ hervorgingen – nämlich auf Standorten oder Plätzen, an denen kein oder nur geringes Nutzungsinteresse bestand. Selbst die Raum- und Landesplanung bezeichnete diese als „von der Natur benachteiligte Gebiete“ und verkannte, dass sie für den Naturschutz in der Regel die „Vorteilsgebiete“ waren. Die Aufhebung oder zumindest Reduzierung des Agrarprivilegs war daher eines der Hauptanliegen des SRU-Gutachtens von 1985. Wie bereits erwähnt, stieß die Umsetzung seiner Forderungen wegen der komplizierten Rechts- und Zuständigkeits-Verhältnisse auf große Hindernisse. Dazu gehören auch die durch die föderalen staatlichen Strukturen bedingten unterschiedlichen, vom Subsidiaritätsprinzip bestimmten Kompetenzen der „Ebenen“ – von der kommunalen Ebene (mit der gemeindlichen Planungshoheit) über eine (unklar definierte) regionale Ebene, die Ebene der Bundesländer, des Bundes und (infolge der Zugehörigkeit Deutschlands zu EU) bis zur Europäischen Union, die wiederum auch globalen Zuständigkeiten unterliegt.

Der Schutz des Bodens – Voraussetzung für eine nachhaltige Landwirtschaft.

Im Erscheinungsjahr des SRU-Sondergutachtens „Umweltprobleme der Landwirtschaft“ verabschiedete die damalige Bundesregierung ihre Bodenschutzkonzeption (BMI 1985). Darin wurden erstmalig alle bedeutenden Einwirkungen auf den Boden zusammengefasst und bewertet. Als zentrale Handlungsansätze wurden formuliert:

- Die Minimierung von qualitativ oder quantitativ problematischen Stoffeinträgen aus Industrie, Gewerbe, Verkehr, Landwirtschaft und Haushalten sowie
- Eine Trendwende im Landverbrauch (Innenentwicklung vor Außenentwicklung, flächensparendes Bauen, stärkere Berücksichtigung ökologischer Anforderungen bei allen planerischen Abwägungsprozessen).

Die Bodenschutzkonzeption wurde anschließend in einem zwischen Bund und Ländern abgestimmten Maßnahmenkatalog (BMU 1988) konkretisiert. Nach längerem Hin und Her wurde dann 1998 ein eigenständiges Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) verabschiedet (als Alternative war lange Zeit ein Artikelgesetz zum Bodenschutz in der Diskussion gewesen) sowie auf seiner Grundlage die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Juli 1999.

Damit hatte der Schutz des Bodens als drittem Umweltmedium zumindest rechtlich einigermaßen mit demjenigen von Wasser und Luft gleichgezogen. Experten kritisieren jedoch die geringe Wirksamkeit des BBodSchG. Insbesondere fehlt eine dem BNatSchG vergleichbare Eingriffsregelung. Rückblickend lässt sich konstatieren, dass man den ersten Handlungsansatz (Schutz vor problematischen Stoffeinträgen) durch Verschärfungen im Immissionsschutz, im Chemikalienrecht (bei Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) sowie im Abfallrecht (Klärschlämme, Komposte, Bodenhilfsstoffe etc.) ziemlich konsequent weiterverfolgt hat; beim Landverbrauch blieb man dagegen weniger erfolgreich. Täglich werden derzeit immer noch ca. 85 ha Böden versiegelt (für Bau- und Infrastrukturmaßnahmen). Von dem in der Nachhaltigkeitsstrategie der

Bundesregierung (Bundesregierung 2002) verkündeten Ziel, den Bodenverbrauch auf 30 ha/d zu begrenzen, ist man immer noch weit entfernt, noch weiter von einem ausgeglichenen Bilanzsaldo (also Neuversiegelung nur noch bei entsprechender Entsiegelung an anderer Stelle), wie ihn eine Reihe von Behörden und Verbänden (mit Unterstützung des BMU) kürzlich gefordert haben BfN, BLG, BUND, DBV, DVL, NABU, UBA und VLK o.J.). Die Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU 2008) hält jede Zahl über 0 Hektar langfristig bei rückläufigen Bevölkerungszahlen für zu viel.

4.3.3 Änderungen in den Rahmenbedingungen seit 1985

Seit 1985 haben die Naturschutz-, Umwelt- und Agrarpolitik und die damit zusammenhängenden rechtlichen Vorgaben und Vorschriften große Fortschritte erzielt, die auch im Sinn der SRU-Forderungen lagen, ja davon beeinflusst oder sogar angestoßen wurden. Damit wurde die Umsetzung der Forderungen, trotz der weiterhin komplizierten Rahmenbedingungen, begünstigt oder erleichtert. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Fortschritte gegeben, der jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

a) Errichtung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1986

Das zunehmende politische Gewicht von Umwelt- und Naturschutz bewog die deutsche Bundesregierung 1986 – unmittelbar veranlasst durch die Auswirkungen der Atomreaktorkatastrophe von Tschernobyl – zur Errichtung eines eigenen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, in dem die entsprechenden Zuständigkeiten aus dem BMI und dem BML zusammengeführt wurden. Das geschah jedoch nicht mit den nachgeordneten Behörden, so dass weiterhin eigene Bundesämter für Umwelt (UBA), für Naturschutz und für Strahlenschutz bestehen. Da in der Folge als eigene Politikfelder noch Gesundheits-, Verbraucher- und Risikoschutz entstanden, die sich teilweise mit Umwelt- und Naturschutz überlappen, aber zur Neugliederung der Ämter (und zur Gründung eigener Beratungsgremien) führten, bleibt die Situation im Gesamtbereich Umwelt/Natur kompliziert, wobei die einzelnen Bereiche auch oft noch um politisches Gewicht wie um Haushaltsmittel konkurrieren.

Der SRU hatte die Divergenzen zwischen „Natur“ und „Umwelt“ erkannt und in seinem – auf das Landwirtschaftsgutachten folgenden – Umweltgutachten 1987 im Eingangskapitel geklärt. Als Definition von „Umwelt“ empfahl er die Beziehung einer „Lebenseinheit“³⁾ zu ihrer Umgebung, deren für das Leben jeweils erforderliche Bestandteile und Bedingungen (räumlich-strukturell und funktionell) die konkrete Umwelt ausmachen. Damit ist auch ein bestimmter Ort/Platz, also eine Lokalisierung verbunden. „Umwelt“ braucht also stets einen Bezug: Wessen Umwelt ist gemeint? Daher gibt es ebenso viele Umwelten wie Lebenseinheiten – aber alle liefert die „Natur“, die daher der Oberbegriff ist. Weiterhin hat der SRU 1987 (Tz. 14) auch erstmalig die „Umweltfunktionen“ dargestellt, und zwar als Potenziale für Leistungen zur Befriedigung von Bedürfnissen der Lebewesen. Diese Ausführungen fanden damals aber keine politische oder gesellschaftliche Beachtung, die erst mit den 2005 vom Millennium Assessment der Vereinten Nationen eingeführten (und damit fast identischen) „Ecosystem Services“ (Ökosystemdienstleistungen, Grunewald, K., & Bastian, O., 2013) erreicht wurde.

³⁾) Damit ist sowohl ein einzelnes Individuum, aber auch eine Gruppe, Population oder Gemeinschaft von Lebewesen gemeint; auch die abstrakte Einheit „Art“ ist einbezogen.

Ergänzend stellte der SRU (1987, Tz. 354) fest, dass Umweltschutz meist direkt anthropozentrisch, Naturschutz aber eher indirekt auf den Menschen bezogen sei. Daher grenzten sich Naturschützer oft gegen Umweltschützer ab, die lediglich eine dem Menschen verträgliche Umwelt anstreben. „Es bedarf aber beständiger, z.Zt. sogar verstärkter Bemühungen, um nicht-menschliche Schutzgüter, insbesondere das Schutzgut Natur, im Umweltschutz nicht in eine Außenseiterrolle geraten zu lassen" (SRU 1987, Tz. 354).

In Tz. 357 beklagt der SRU (1987) erneut die Divergenzen und mangelnde Abstimmung zwischen Umweltschutz und Naturschutz und führt aus: „Das Naturschutzgesetz muss als Kernstück eines umfassenden Natur(haushalts)schutzes begriffen werden. Dazu ist es mit den übrigen Umweltschutzgesetzen zu verknüpfen, die untereinander und auf das Naturschutzgesetz abzustimmen sind. Die spezifischen Bestimmungen des Naturschutzgesetzes bleiben davon unberührt“. Der Naturschutz wird nicht direkt, also über das BNatSchG umgesetzt, sondern über Fachgesetze. Dies geschieht jedoch oft nicht oder unzureichend. Deshalb laufen gut gemeinte Rechtsetzungen oft leer.

b) Umwelt- und Naturschutz auf europäischer Ebene

Seit dem Ende der 1980er Jahre hat die Europäische Gemeinschaft (EG, ab 1993 EU) immer mehr Zuständigkeiten für Umwelt- und Naturschutz an sich gezogen. Schon 1973 war in der EG-Kommission eine Generaldirektion Umwelt mit der Position eines eigenen Kommissars geschaffen worden, die zunächst mehr koordinierende Tätigkeiten ausübten. 1979 erließ die EG eine Vogelschutz-Richtlinie, die aber wenig Beachtung fand und im SRU-Gutachten von 1985 nicht einmal erwähnt wurde. Diese Situation änderte sich grundlegend mit dem Erlass der Flora-Fauna-Habitat-(FFH-)Richtlinie der EU im Jahr 1992. Sie ergänzte die Vogelschutz-Richtlinie von 1979, die aber als solche bestehen blieb, und machte beide zu einem umfassenden gesetzlichen Naturschutzinstrument, das für alle (damals 15, heute 28) EU-Mitgliedsstaaten verpflichtend ist. Es ist auf den Schutz ausgewählter, für die Europäische Gemeinschaft typischer und wertvoller Arten und Lebensräume und deren biotischer Vernetzung ausgerichtet.

Die FFH-Richtlinie und das daraus gebildete europäische Schutzgebiets-Netzwerk "Natura 2000" wurden seitens des Naturschutzes, seiner Behörden und Verbände als ein Durchbruch und großer Erfolg gefeiert. Denn die Auswahl der Gebiete erfolgte nun erstmals unabhängig von Nutzungs- und Besitzinteressen und ging von rein ökologischen Befunden wie Lebensraumtypen, Artenvorkommen, Verbreitungsaspekten und Populationszusammenhängen aus, auf denen Schutzkonzepte aufbauten. Damit wurde die bis dahin praktizierte „negative Auslese“ von Naturschutzgebieten oder -flächen aufgehoben, die meist dort entstanden, wo an rentabler Nutzung kein vorrangiges Interesse bestand oder das Land der öffentlichen Hand gehörte. Die Nutzungs- und Besitzinteressen bzw. -ansprüche waren zwar gemäß den Bestimmungen der EU-Richtlinie zu berücksichtigen, lösten aber wegen des Primats der ökologischen Befunde erhebliche Kontroversen mit den Landbesitzern oder -nutzern aus, was die Umsetzung der FFH-Richtlinie und auch ihre Übertragung in nationale Gesetze stark verzögerte (Haber, W., 2007).

Problematisch bleibt in jedem Fall, dass die FFH-Richtlinie sowohl einem aus ökologischer Sicht überholten statischen Naturschutz-Ideal als auch dem deutschen „Obrigkeits-Naturschutz“ folgt und überwiegend einen Naturschutz vor den Menschen – statt für die

Menschen – gebietet (Haber, W., 2009a). Im Naturschutz hat sich zwar inzwischen der Gedanke eines dynamischen Schutzes (mit der etwas missverständlichen Bezeichnung „Prozessschutz“) verbreitet, doch dabei sind wiederum nur bestimmte Prozesse erwünscht, andere werden bekämpft, wie z.B. Ausbreitung von bestimmten invasiven Fremdarten.

Auf weitere EU-Richtlinien zum Natur- und Umweltschutz wird hier nicht eingegangen, zumal sie die landwirtschaftliche Nutzung nicht so einschneidend betreffen wie die FFH-Richtlinie. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass zahlreiche die Landwirtschaft betreffende EU-Richtlinien – auf die in den weiteren Kapiteln eingegangen wird – auf die EU-Generaldirektion für Landwirtschaft und ländliche Entwicklung zurückgehen und mit Umwelt-Richtlinien nicht oder wenig abgestimmt sind (Haber, W., 2014, S. 138 f).

Auch der Europarat (nicht zu verwechseln mit dem Europäischen Rat und der Europäischen Kommission) hat Konventionen zum Umwelt- und Naturschutz beschlossen, die aber rechtlich nicht verbindlich sind. Zu nennen sind die Berner Konvention über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (1979) sowie das Übereinkommen über den Schutz der Alpen (Alpenkonvention, 1991). Für den Landschaftsschutz und das Landschaftsbild (siehe Kapitel 6.4) bedeutsam ist die Europäische Landschaftskonvention des Europarats von 2000, die aber von Deutschland bisher nicht unterzeichnet und ratifiziert wurde (Bruns, D., 2006).

c) Internationaler Natur- und Umweltschutz

Auch auf der internationalen Ebene haben Umwelt- und Naturschutz mit ihren Wechselwirkungen zur Landwirtschaft seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts erhöhte Aufmerksamkeit gefunden und zu völkerrechtlich wirksamen Erklärungen und Konventionen geführt. Sie begannen mit der Ramsar-Konvention über Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung (1971), die zu erhalten seien, gefolgt von der Bonner Konvention zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten (1979), deren Wander- bzw. Zugrouten sowie Rast- und Zielgebiete geschützt werden müssen. Beides betrifft auch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Völkerrechtlich entscheidend waren aber die Beschlüsse der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992. Dazu zählen die „Rio-Declaration on Sustainable Development“, mit der das neue Leitprinzip der Nachhaltigen Entwicklung eingeführt wurde, sowie die Klimarahmenkonvention und vor allem die Konvention über Biologische Vielfalt. Klima und Biodiversität wurden damit zu neuen, verbindlichen Schutzgütern erhoben, was dem Umwelt- und Naturschutz neue Impulse gab. Alle Staaten und Staatengruppen wurden verpflichtet, Strategien zum Klima und zur biologischen Vielfalt zu formulieren und rechtlich umzusetzen (Haber, W., 2009b, und 2014, S. 128) . Die EU erklärte zunächst ihre – ebenfalls 1992 erlassene – FFH-Richtlinie (siehe voriger Abschnitt) zum Umsetzungsinstrument der Biodiversitätskonvention von Rio. Diese gilt aber nicht nur dem Schutz der Biodiversität, sondern auch ihrer menschlichen Nutzung und der gerechten Verteilung der daraus erzielten Gewinne, während die EU-Richtlinie nur den Schutz bestimmter Arten und Habitate gebietet. Daher musste die EU eine eigene Strategie zur Biologischen Vielfalt aufstellen und setzte sich sogar das Ziel, deren Schwund bis 2010 zu stoppen (was aber, da mit der ökologischen Realität unvereinbar, verfehlt wurde). Die Rio-Deklaration und -Konventionen stellen die moderne

Landwirtschaft vor außerordentliche Herausforderungen und bestätigen viele der im SRU-Gutachten von 1985 enthaltene Feststellungen und Empfehlungen.

Da die Rio-Konventionen und ihre Vorläufer ein gesteigertes Wissen über die ökologische Situation der Erde verlangten, rief der Generalsekretär der Vereinten Nationen anlässlich der Jahrtausendwende 2000 die wissenschaftliche Ökologie zur Erstellung des „Millennium Ecosystem Assessment“ auf. Unter der Aufsicht des UNEP (United Nations Environmental Programme) erarbeiteten über 2000 Wissenschaftler aus 95 Ländern von 2001 bis 2005 dieses Assessment (normative Bewertung), das 2005 vorgelegt wurde (MEA 2005). Sein Ausgangspunkt sind die der Natur zugeschriebenen Fähigkeiten oder Potenziale zur Erbringung von Leistungen für das Wohl der Menschen, welche wiederum auf dem „Funktionieren“ der Natur und ihrer (Öko-)Systeme beruhen (Jax, K., 2010). Daraus entwickelte das MEA das Konzept „Ecosystem Services“ (Ökosystem[dienst]leistungen, vgl. Grunewald, K., & Bastian, O., 2013), das damit zu einem neuen Umwelt- und Naturschutzgut wurde. Diese Leistungen werden im MEA in Beziehung zum menschlichen Wohlbefinden (human well-being) gesetzt, das in die Kategorien Sicherheit, materielle Grundlagen guten Lebens, Gesundheit und soziale Beziehungen sowie, übergeordnet, Wahl- und Handlungsfreiheit gegliedert ist. Auch damit sind die Landwirtschaft und ihre Produktionsleistungen umfassend herausgefordert. Die Idee der Leistungen von Natur, Umwelt oder Ökosystemen war im Grunde nicht neu, denn sie ist z. B. schon im deutschen Bundesnaturschutzgesetz von 1976 (siehe oben, Abschnitt 4.3.2) enthalten, das als eines der Naturschutzziele die Erhaltung der Leistungs- bzw. Funktionsfähigkeit der Natur vorschreibt, und sie hat auch in der Wissenschaft einige Vorläufer (Mannsfeld, K., & Grunewald, K., 2013).

Die Schutzgüter der Biodiversität und der Ökosystemleistungen schienen zunächst wenig vereinbar oder sogar zu konkurrieren (Jessel, B., 2011). Um beide zu verknüpfen und vor allem ihren wirtschaftlichen Wert besonders hervorzuheben, veranlasste die Europäische Union auf deutsche Anregung eine internationale Studie über „The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)“, deren Ergebnisse 2010 veröffentlicht wurden (TEEB, 2010). Sie widmet sich aber fast ausschließlich den natürlichen Ökosystemen und beziffert die Verluste und Schäden, die deren Degradierung oder Zerstörung für die Weltwirtschaft und das davon abhängige menschliche Wohlbefinden bedeuten.

Die Schwäche des Konzepts der Ökosystemleistungen liegt darin, dass sie nur teilweise quantifizierbar und vergleichbar und auch ihre Interaktionen schwer erfassbar sind. Daher versteht man auch zu wenig, welchen Einfluss die landwirtschaftliche Nutzung auf sie ausübt oder wie weit sie davon mit abhängt. Der Erfolg der Landwirtschaft, zugunsten der Ernährungssicherung und damit des menschlichen Wohlbefindens die Versorgungsleistungen der Agrarökosysteme zu verstärken, bedingt die Schwächung oder Verdrängung anderer Leistungen – die wiederum durch technische Mittel ersetzt werden, die ihrerseits Änderungen im Spektrum aller Leistungen bedingen (Haber, W., 2014, S. 133 f).

d) Umsetzung in deutsche Rechtsvorschriften – Novellierungen des Naturschutzrechts

Die FFH-Richtlinie der EU und die internationale Biodiversitätskonvention veranlassten in Deutschland eine Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes von 1976, die vor allem wegen des Widerstandes der Landwirtschaft verzögert wurde. Es kam zunächst (1998) zu

zwei Teilnovellierungen, von denen eine die FFH-Vorschriften einbezog und eine weitere die Landwirtschaftsklauseln aufhob – womit eine Hauptforderung des SRU-Gutachtens von 1985 erfüllt wurde. 2002 wurde dann das „Bundesnaturschutz-Neuregelungsgesetz“ erlassen. Dabei wurden die in den §§ 1 und 2 von 1976 genannten Ziele und Grundsätze zum Teil ergänzt; u.a. wurde Ziel Nr. 1 als „Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts“, Nr. 2 als „Regenerationsfähigkeit und nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter“ präzisiert. Wesentlich sind aber die Änderungen der Novelle, welche die Landwirtschaft betreffen. Im Gesetz von 1976 bestimmte der Absatz 3 von § 1 (siehe oben, Kapitel 4.3.2), dass der „ordnungsgemäßen“ Land- und Forstwirtschaft für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft eine „zentrale“ Bedeutung zukommt. Dieser Satz wurde in der Novellierung in § 5 Absatz 1 verschoben, wobei die „zentrale“ Bedeutung durch „besondere“ Bedeutung für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft ersetzt wurde – mit der Ergänzung, dass diese Bedeutung „bei Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu berücksichtigen ist“. Zugleich wurde das Attribut „ordnungsgemäß“ gegen „natur- und landschaftsverträglich“ ausgetauscht. Dazu wurde in die Novelle der aus dem Agrarrecht stammende Begriff der „guten fachlichen Praxis“ übernommen, der in § 5 in 7 „Grundsätzen“ näher definiert ist und dabei die entsprechenden Vorschriften aus § 17 (2) des Bundes-Bodenschutzgesetzes von 1998 einbezieht. Dazu zählen z.B. eine „standortangepasste Bewirtschaftung“ zur Gewährleistung „nachhaltiger Bodenfruchtbarkeit und langfristiger Nutzbarkeit“, bei der „vermeidbare Beeinträchtigungen von vorhandenen Biotopen ... zu unterlassen“ [sind]; die „Tierhaltung hat in einem ausgewogenen Verhältnis zum Pflanzenbau zu stehen“, und es ist sogar „eine schlagspezifische Dokumentation über den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ... nach Maßgabe des landwirtschaftlichen Fachrechts zu führen“.

Im Jahre 2009 wurde das Bundesnaturschutzgesetz erneut umfassend novelliert. Dabei erfolgte eine Änderung in der Reihenfolge der Ziele in § 1, wo nunmehr die „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ als Ziel Nr. 1 genannt ist. Damit wird der hohen politischen Bedeutung der 2007 von der Bundesregierung beschlossenen „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ Rechnung getragen, und auch alle in den Abschnitten b) und c) genannten europäischen und internationalen Rechtsgrundsätze sind im Gesetz berücksichtigt. In Bezug auf die Landwirtschaft wurden die Vorschriften aus der Fassung von 2002 (§ 5) mit einigen Umformulierungen weitgehend beibehalten. Statt der „Unterlassung von vermeidbaren Beeinträchtigungen von vorhandenen Biotopen“ heißt es in § 5 Absatz 2 Ziffer 4 und 5, dass die „natürliche Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) ... nicht über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden [darf]“ und dass „die zur Vernetzung von Biotopen erforderlichen Landschaftselemente ... zu erhalten und nach Möglichkeit zu vermehren [sind].“ Wenn die Landwirtschaft alle diese neuen Regeln befolgt, ist sie nicht als „Eingriff“ anzusehen und widerspricht nicht den Zielen und Grundsätzen des Naturschutzgesetzes. Ein Landwirt, dessen Umweltleistungen über die gute fachliche Praxis hinausgehen, hat Anspruch auf eine entsprechende Honorierung (DRL 2000).

e) Fazit

Alle diese Änderungen zeigen, dass die Rechtsvorschriften des Umwelt- und Naturschutzes sich in ihrer Kompliziertheit gesteigert haben und ihre politische Umsetzung schwieriger geworden ist. Die zunehmende Kompliziertheit der Rechtsvorschriften bedeutet nicht, dass der Schutz von Natur und Umwelt verbessert

wurde, sondern eher das Gegenteil. Eine komplizierte Rechtslage erschwert den Vollzug und verlängert Prozesse. Das gilt erst recht für das ohnehin problembeladene Verhältnis zur landwirtschaftlichen Nutzung. Hier sind zwar gegenseitige Verständnisbereitschaft und Annäherungen zu verzeichnen; doch die Gegensätze und Konflikte zwischen beiden Bereichen sind längst nicht überwunden und können sich durch die vielen unbestimmten Rechtsbegriffe in den Gesetzen, zu denen auch „Nachhaltigkeit“ zählt, sogar verschärfen.

Gegenüber der Landwirtschaft ist der Naturschutz wegen der Vielfalt seiner Objekte und Ziele, über deren Gewichte und Prioritäten oft auch intern Uneinigkeit besteht, trotz seiner allgemeinen Popularität grundsätzlich in einer schwächeren Position. Die von ihm heute so betonte Vielfalt der Natur, deren Erhaltung sein zentrales Anliegen geworden zu sein scheint, versperrt ihm regelrecht den Weg zu einer einheitlichen, allgemein überzeugenden politischen Strategie, wie sie die Landwirtschaft mit der Ernährungssicherung verfolgt. Vielfalt ist sozusagen der „Geburtsfehler“ des Naturschutzes. Von seinen Anfängen im 19. Jahrhundert bis heute trifft man sowohl innerhalb des Naturschutzes als auch in der daran interessierten Öffentlichkeit und Politik auf unterschiedliche Ansichten zur Frage, welche Natur wovor und wozu, und in welchem Ausmaß zu schützen ist: die wilde, gezähmte, gestaltete, kultivierte, intakte, unberührte, nutzbare, unbelebte, lebende Natur? Die Auffassungen variieren zwischen einem Naturschutz im engeren oder im weiteren Sinne, zwischen Arten-, Biotop- oder Landschaftsschutz, dynamischem Prozessschutz oder statischer Kulturlandschaftspflege, zwischen Naturschutz als Kulturaufgabe oder als angewandter Ökologie, als Teil des Umweltschutzes oder als dessen Oberbegriff (KfÖ 1990; DRL 2003; Haber, W., 2008). Die jeweils zu treffenden Maßnahmen pendeln zwischen Bewahren, Erhalten, Pflegen, Lenken, Verhindern, Zulassen oder Fördern.

Daher haben in den Naturschutzgesetzen die Ziele nach Inhalt, Rang und Gewicht mehrfach gewechselt. Weil sie zum Teil schlecht oder gar nicht vereinbar sind, schreiben die Gesetze eine Abwägung zwischen ihnen vor, die sich naturschutz-intern oft schwierig gestaltet; doch ihr muss eine weitere Abwägung gegen andere (oft eindeutiger) gesellschaftliche Ziele folgen, bei der das mühsam intern abgewogene Naturschutzziel in der Praxis nicht selten unterliegt. Der Schutz der Natur ist ja nicht der einzige Aspekt des gesellschaftlichen Umgang mit ihr. Die in allgemeinen Umfragen (z. B. über Wichtigkeit des Naturschutzes oder Besorgnis um Schwund biologischer Vielfalt) zum Ausdruck kommende gesellschaftliche Befürwortung des Naturschutzes rechtfertigt keineswegs die Verabsolutierung oder einen generellen Vorrang seiner Belange, und in der Tat ist, wie Czybulka hervorhebt, in der heutigen Rechtsordnung kein uneingeschränkter Vollzug von Naturschutzvorschriften gewährleistet (Czybulka, D., 2006, S. 378).

Aus diesen Gründen ist die oben erwähnte Privilegierung der Landwirtschaft im Naturschutz nicht aufgehoben, sondern nur abgeschwächt worden (vgl. Haber, W., 2009c). Dies zeigt sich auch in den Bestimmungen über die Abwägung der naturschutzrechtlichen Belange gegen andere Belange. Im BNatSchG von 1976 stand in § 1 Absatz 2 noch: „Die sich aus Absatz 1 ergebenden Anforderungen sind untereinander und gegen die sonstigen Anforderungen der Allgemeinheit an Natur und Landschaft abzuwägen“. Dagegen lautet § 2 Absatz 3 BNatSchG von 2009: „Die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege sind zu verwirklichen, soweit es im Einzelfall möglich, erforderlich und unter Abwägung aller sich aus § 1 Absatz 1 ergebenden Anforderungen untereinander und gegen die sonstigen Anforderungen der

Allgemeinheit an Natur und Landschaft angemessen ist“. Das heißt, dass die Naturschutzziele nur dann umzusetzen sind, wenn es (etwa angesichts von Widerständen seitens der Landwirtschaft) möglich und (nach der Auffassung der Rechtsanwender) erforderlich und angemessen ist. Darin zeigt sich eine Herabsetzung der Ziele und des Gewichts des Naturschutzes, die nicht gleich ins Auge fällt, weil rechtsunkundige Anwender die Tragweite und Feinheiten dieser Formulierung nicht sogleich erkennen. Der Naturschutz läuft damit Gefahr, noch weiter, als es ohnehin der Fall ist, in den Hintergrund geschoben zu werden und bei Abwägungsentscheidungen in der Planung, bei der Vorhabensgenehmigung und in der Rechtsprechung nicht den erwarteten Vorrang zu erhalten.

Der Landwirtschaft ist durch das Naturschutzrecht eine weitere Abhängigkeit auferlegt worden, die sie als fremdbestimmt empfindet und ungern akzeptiert. Andererseits hat der Naturschutz aber auch eine gesetzliche Mitverantwortung für die Landwirtschaft und damit für die durch sie zu leistende Ernährungssicherung übernommen – aber auf der Grundlage eines dafür wenig geeigneten Gesetzes mit unterschiedlichen, nicht deckungsgleichen Zielen. Ob die gesellschaftliche Kraft der Naturschutzes und seine personalschwache staatliche Verwaltung zur Erfüllung dieser verantwortungsvollen Aufgaben ausreichen, ist eine offene Frage und von weiteren nationalen und internationalen politischen und gesellschaftlichen Entwicklungen und ihren Einschätzungen abhängig.

Offenbar unvermeidlich ist der Naturschutz in eine Art von Dauer-Problematik geraten. Schon 1968 wurde im XI. Mainauer Gespräch, das der Raumordnungspraxis gewidmet war, gefragt: „Ist der heutige Naturschutz antiquiert?“ 1997 schrieb Plachter: „Viele Naturschützer [nehmen] zunehmend eine ausgeprägte Verteidigungshaltung ein ... [und ziehen sich] auf jene Positionen zurück, derer [sie] sich sicher [wissen]: den Artenschutz, die Schutzgebiete, die hoheitlichen Regelungen, die Belehrung mit erhobenem Zeigefinger. Und damit gerät [der Naturschutz] nur noch mehr ins gesellschaftliche Abseits – ein selbstverstärkender Prozess.“ (Plachter, H., 1997). 2002 ergänzte Hampicke: „Der gewohnte hoheitlich-staatliche Naturschutz, soweit er allein das Verbot als Mittel kennt, ist gescheitert!“ (Hampicke, U., 2002; Haber, W., 2010). Der SRU hat sich in fast allen seinen Gutachten, die auf das Landwirtschaftsgutachten von 1985 folgten, immer wieder mit diesem Problemkreis befasst. Hervorzuheben sind vor allem seine beiden Sondergutachten „Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume“ von 1996 und „Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes“ von 2002, die aber beide keine grundsätzlichen Verbesserungen bewirkten.

Kapitel 5 Entwicklungstendenzen der landwirtschaftlichen Produktion seit 1985

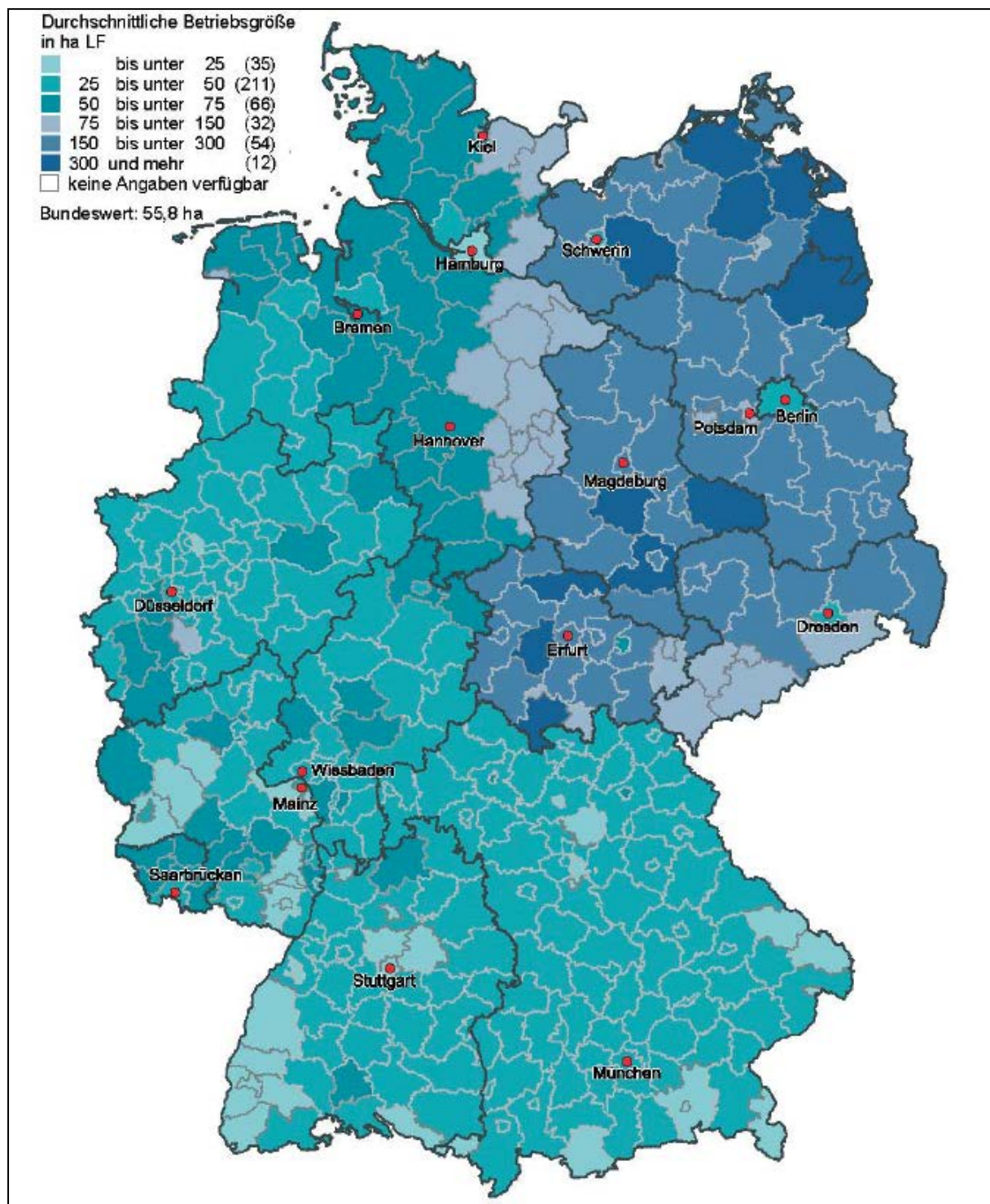
Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über die Wirtschaftsstrukturen der Landwirtschaft in Deutschland sowie über Entwicklungen in der Tierhaltung und im Pflanzenbau. Dabei ist ein Vergleich der statistischen Daten zwischen 1985 und heute vielfach nicht möglich, da keine durchgehenden Datenreihen vorliegen bzw. die heutige Situation, z.B. infolge der Wiedervereinigung, nicht mehr mit der Situation von 1985 vergleichbar ist.

5.1 Entwicklungen der sozio-ökonomischen Strukturen der Landwirtschaft

Anzahl und Größe der Betriebe

In Deutschland wirtschafteten 2010 299.100 landwirtschaftliche Betriebe. Dabei ist die Anzahl kleiner Betriebe mit weniger als 10 ha zwischen 2007 und 2010 weit überdurchschnittlich zurückgegangen, die Anzahl an Betrieben, die mehr als 100 ha bewirtschaften, hat hingegen zugenommen (BMELV o.J.a, S. 3). Der Strukturwandel der Landwirtschaft hin zu immer größeren Betrieben setzt sich damit weiterhin fort. So nahm die durchschnittliche Betriebsgröße zwischen 2007 und 2009 von 52,2 ha auf 55,8 ha zu, wobei sie in Westdeutschland 2009 bei 40,6 ha lag und in Ostdeutschland bei 227,3 ha (BMELV o.J.a, S. 3). Die durchschnittliche Betriebsgröße (in Westdeutschland) ist damit seit 1983 um den Faktor 2,5 angestiegen (durchschnittliche Betriebsgröße 1983: 16,10 ha; SRU 1985, S. 20). Einen Überblick über die regionalen Unterschiede der durchschnittlichen Betriebsgrößen gibt Abb. 10. Die Wachstumsschwelle liegt mittlerweile bei 100 ha LF (Statist. Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 10).

Abb. 10: Durchschnittliche Größe der landwirtschaftlichen Betriebe 2010



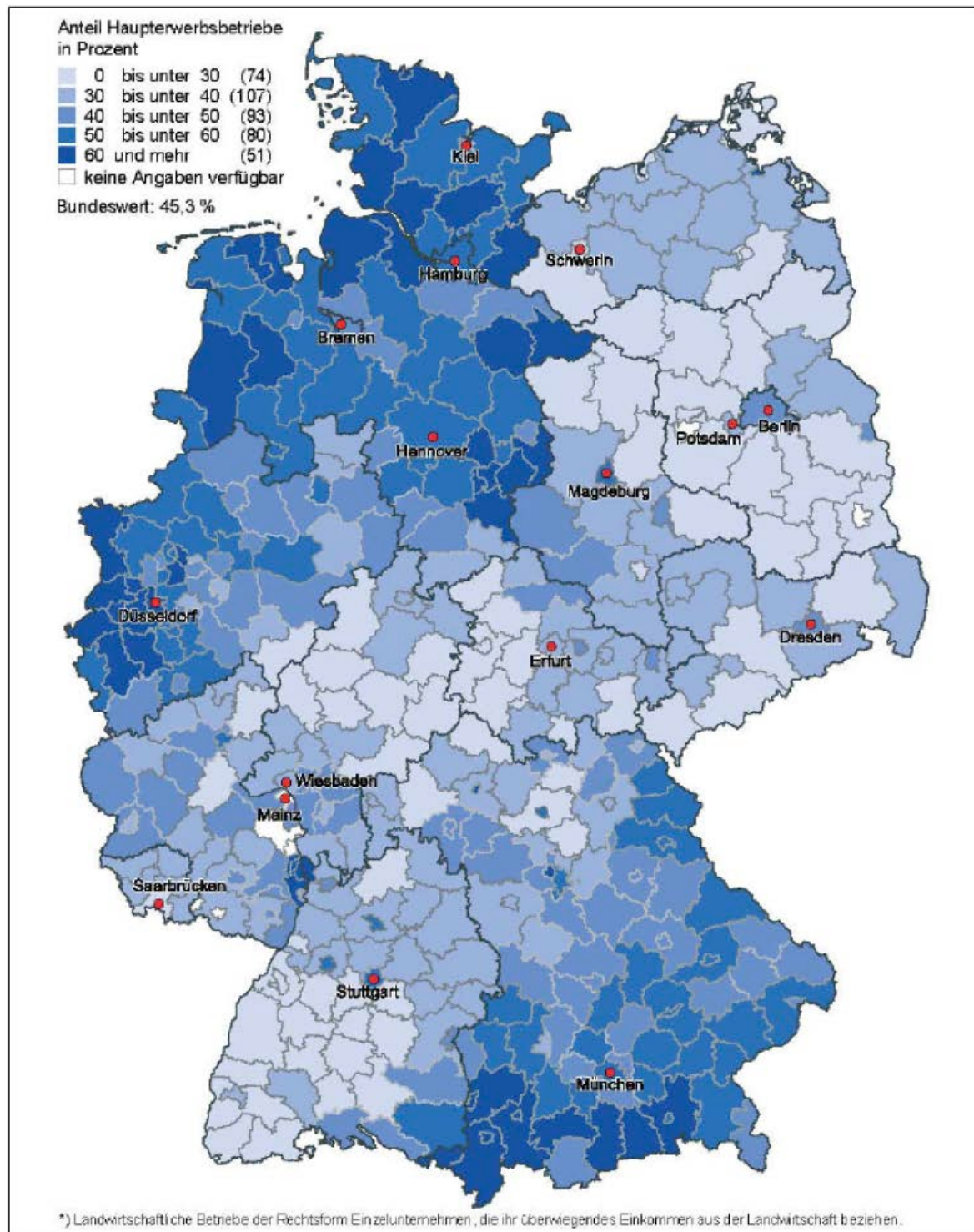
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 11

Erwerbsform

Der Anteil der Haupterwerbsbetriebe erhöhte sich von 44,4% im Jahr 1991 auf 45,2% im Jahr 2003 (Pöschl, H. & Zepunkte, H. 2004, S. 1281). Der Großteil der Betriebe wird somit im Nebenerwerb geführt. Die Betrachtung der absoluten Zahlen zeigt einen Rückgang der Haupterwerbsbetriebe zwischen 1991 und 2003 von etwa 100.000 und einen Rückgang der Nebenerwerbsbetriebe von 140.000. In Westdeutschland nahm der Anteil

der Haupterwerbsbetriebe in diesem Zeitraum von ca. 45% auf 46% zu, in Ostdeutschland von 24% auf 36% (Pöschl, H. & Zepunkte, H. 2004, S. 1281). Abb. 11 zeigt die regionalen Unterschiede in den Anteilen der Haupterwerbsbetriebe. Dabei zeigt sich, dass vor allem im Nord-Westen und Süd-Osten Deutschlands verhältnismäßig viele Betriebe im Haupterwerb geführt werden.

Abb. 11: Anteil der Haupterwerbsbetriebe *) an den landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt 2010



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 15

Rechtsform

Bis zur Wiedervereinigung wurden landwirtschaftliche Betriebe in Westdeutschland fast ausnahmslos als Einzelunternehmen geführt. In Ostdeutschland wurden nach 1989 die ehemaligen LPGs in Genossenschaften oder GmbHs umgewandelt oder von Wiedereinrichtern neue Einzelunternehmen oder Personengesellschaften gegründet (Statist. Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 12). Seit dieser Zeit sind auch in Westdeutschland andere Rechtsformen als die des Einzelunternehmens anzutreffen, wobei Einzelunternehmen weiterhin weit überwiegen (siehe Tab. 1).

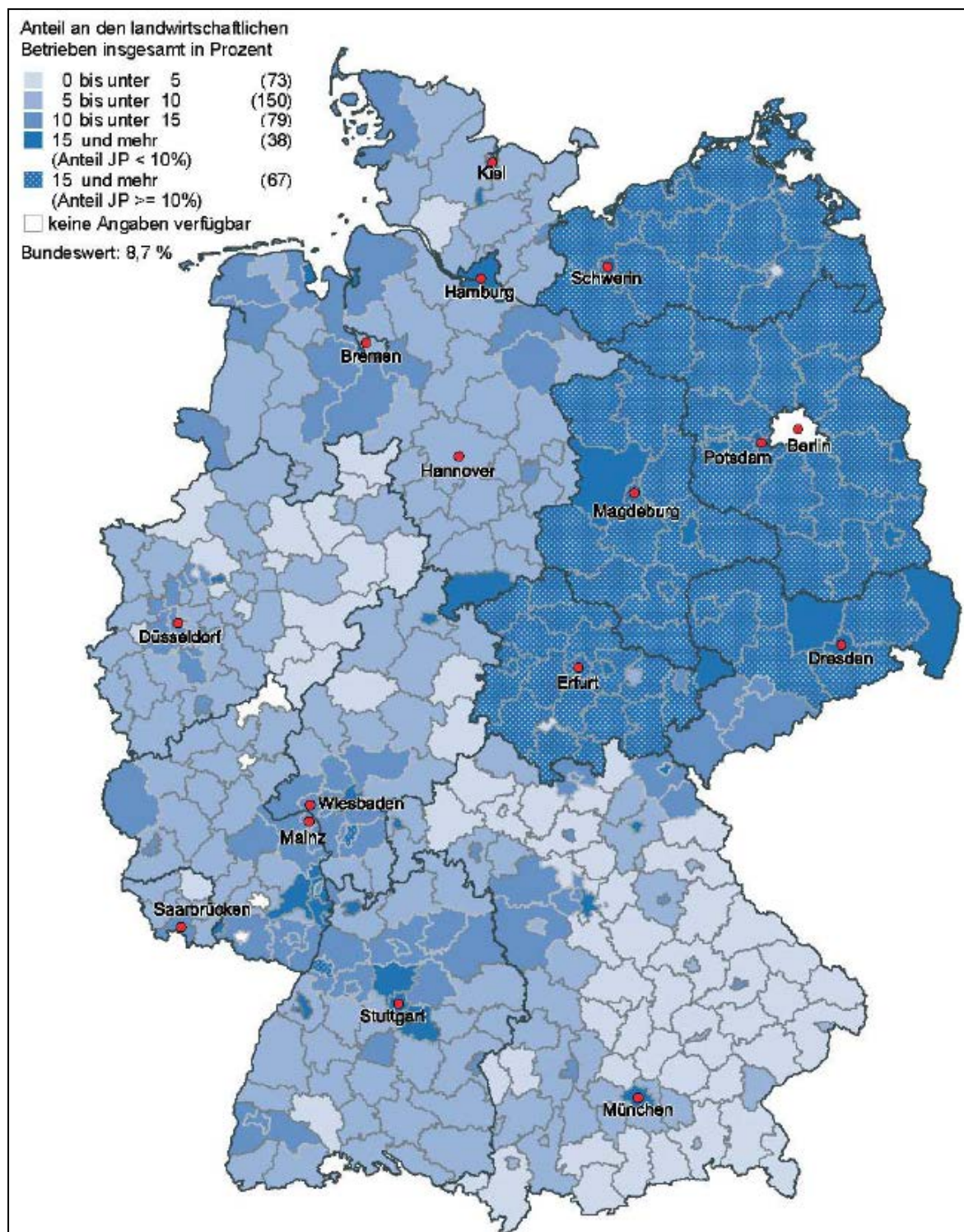
Tab. 1: Anteil der Einzelunternehmen an den landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt

Jahr	Ostdeutschland	Westdeutschland
	(in Prozent)	(in Prozent)
1991	81,8	99,4
1995	81,3	98,3
1999	78,8	96,6
2007	77,8	94,9
2010	72,5	92,9

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 12

Abb. 12 zeigt, dass Personengemeinschaften und juristische Personen als Rechtsformen vorwiegend in den ostdeutschen Bundesländern vorkommen, zum Teil aber auch in einigen westdeutschen Bundesländern, wobei auffällig ist, dass vor allem in Bayern diese Rechtsformen seltener anzutreffen sind.

Abb. 12: Anteil der Personengemeinschaften und juristischen Personen 2010

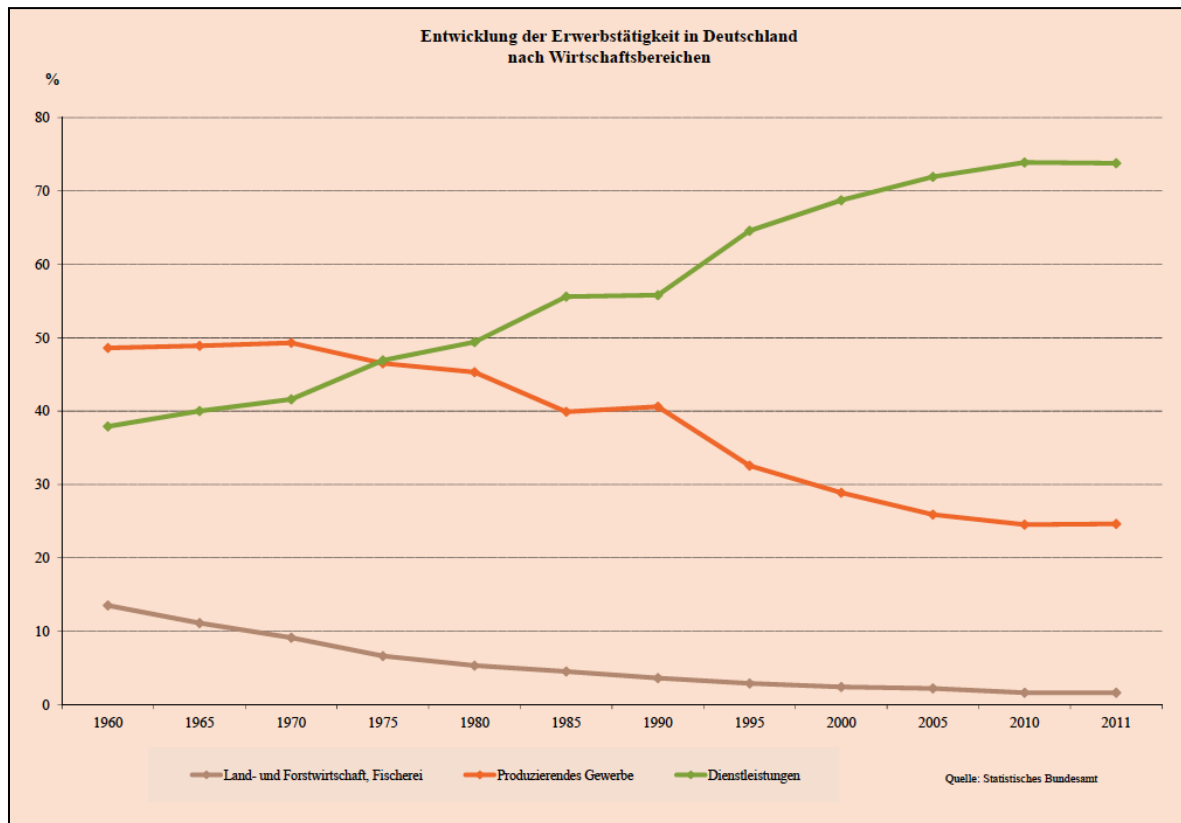


Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 13

Arbeitskräfte

Die Zahl der in der Landwirtschaft tätigen Arbeitskräfte betrug 2010 1.080.300; sie ist allein zwischen 2007 und 2010 um 171.100 zurückgegangen (BMELV o.J.b, S. 8). Der Anteil der landwirtschaftlichen Bevölkerung an der Gesamtzahl der Erwerbstätigen liegt damit bei ca. 2%, 1985 waren noch ca. 5% der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft tätig (SRU 1985, S. 18) (siehe Abb. 13).

Abb. 13: Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen



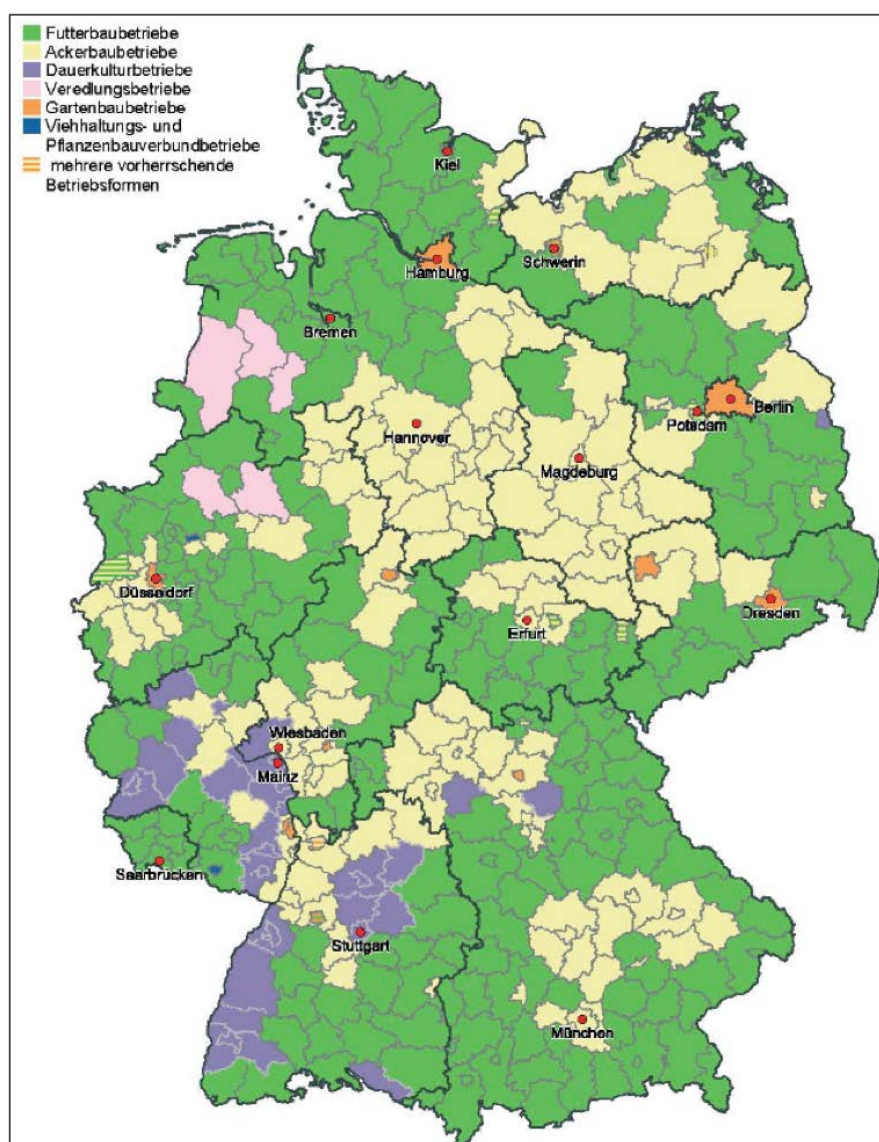
Quelle: BMELV o.J.b

Produktionsrichtung

Abbildung 14 zeigt die räumliche Verteilung der Betriebsformen in Deutschland. Der Großteil der Betriebe betreibt Futterbau (2010: 43% der Betriebe). Weitere 25% der Betriebe gelten als Ackerbaubetriebe und 15% als Gemischtbetriebe. Zu den Dauerkulturbetrieben werden 7,8%, zu den Veredlungsbetrieben 6,4% und zu den Gartenbaubetrieben 2,8% der Betriebe gerechnet (Statist. Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 18).

Der Großteil der tierhaltenden Betriebe hält (Stand 2011) Rinder bzw. Milchkühe (170.100 Betriebe). Weitere 31.700 Betriebe halten Schweine, davon 14.900 Betriebe Zuchtsauen und 26.900 Betriebe Mastschweine (siehe Tab. 2, die auch die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr zeigt). Allgemein haben die Tierbestände nicht im gleichen Maße wie die tierhaltenden Betriebe abgenommen, was darauf hinweist, dass die verbleibenden Betriebe ihren Tierbestand aufstocken und wachsen. Diese Entwicklung wurde auch schon 1985 vom SRU beobachtet (SRU 1985, S. 82).

Abb. 14: Vorherrschende Betriebsform der landwirtschaftlichen Betriebe 2010



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 19

Tab. 2: Anzahl und Entwicklung tierhaltender Betriebe und Tierzahlen (Stand 2011)

2011	Anzahl Betriebe	Veränderungen gegenüber 2010 (%)	Anzahl Tiere	Veränderungen gegenüber 2010 (%)
Rinder	170.100	-2,8	12.562.600	-1,1
Milchkühe	89.000	-2,8	4.185.000	0,1
Schweine	31.700	-3,7	26.758.100	-0,5
Zuchtsauen	14.900	-4,4	2.220.900	-2,0
Mastschweine	26.900	-3,8	11.216.200	-0,8
Legehennen	1.100	-7,6 1)	29.860.800	-8,7 1)

1) gegenüber 2007.

Quelle: eigene Darstellung nach BMELV o.J.a, S. 9

Bodenmarkt, Besitz- und Pachtverhältnisse

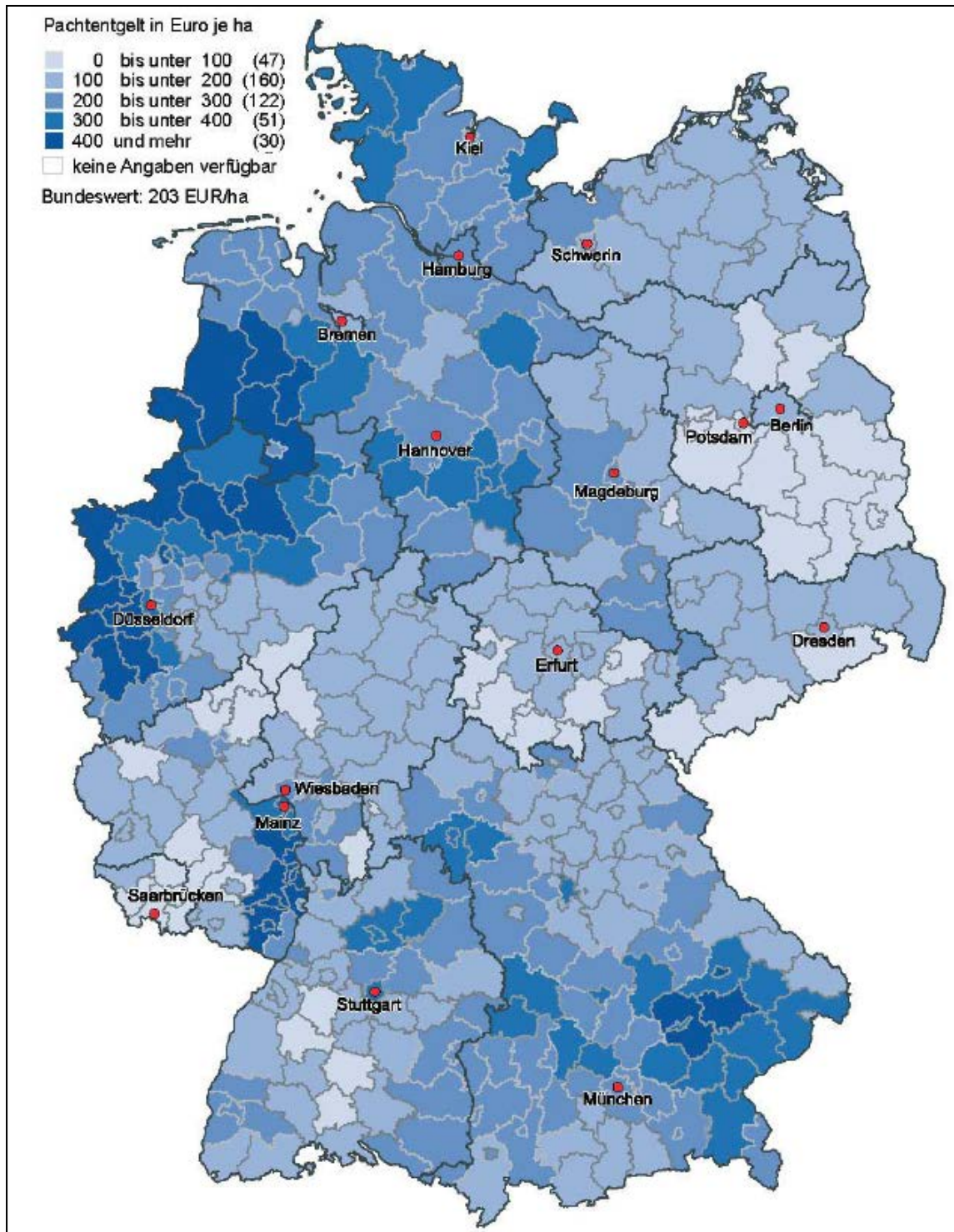
Ein Großteil der Betriebe (2010: 74,3%, 2007: 75,0%) in Deutschland pachtet Flächen, wobei zwischen West- und Ostdeutschland keine Unterschiede festzustellen sind (BMELV o.J.a, S. 6). Der Pachtflächenanteil lag 2010 bei 59,8% (2007: 62,1%), ist jedoch mit 74,1% (2007: 79,1%) in den ostdeutschen Bundesländern wesentlich höher als in den westdeutschen mit 52,7% (2007: 53,7%) (BMELV o.J.a, S. 6). 1982 lag der Pachtflächenanteil noch bei 38,0% (SRU 1985, S. 54), was darauf hindeutet, dass sich landwirtschaftliche Fläche zunehmend im Besitz nicht mehr aktiver Landwirte oder außerlandwirtschaftlicher Personen befindet. Die Pachtpreise schwanken zwischen den Bundesländern stark (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Pachtpreise 2010

	Pachtentgelt (€/ha)	Ackerland (€/ha)	Dauergrünland (€/ha)
Deutschland	203	228	129
Baden-Württemberg	197	221	117
Bayern	251	291	169
Brandenburg	98	105	71
Hessen	148	182	86
Mecklenburg-Vorpommern	152	168	83
Niedersachsen	307	351	189
Nordrhein-Westfalen	337	402	183
Rheinland-Pfalz	199	195	89
Saarland	86	99	75
Sachsen	128	142	74
Sachsen-Anhalt	198	219	95
Schleswig-Holstein	294	339	208
Thüringen	130	149	67
Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. – Ohne Pachtungen von Eltern, Ehegatten/-gattin und sonstigen Verwandten und Verschwägerten des Betriebsinhabers/der Betriebsinhaberin. – Der Nachweis ist jeweils auf die selbst bewirtschaftete Fläche bezogen.			

Quelle: Statistisches Bundesamt 2012a, S. 480

Abb. 15: Durchschnittliche Pachtentgelte 2010



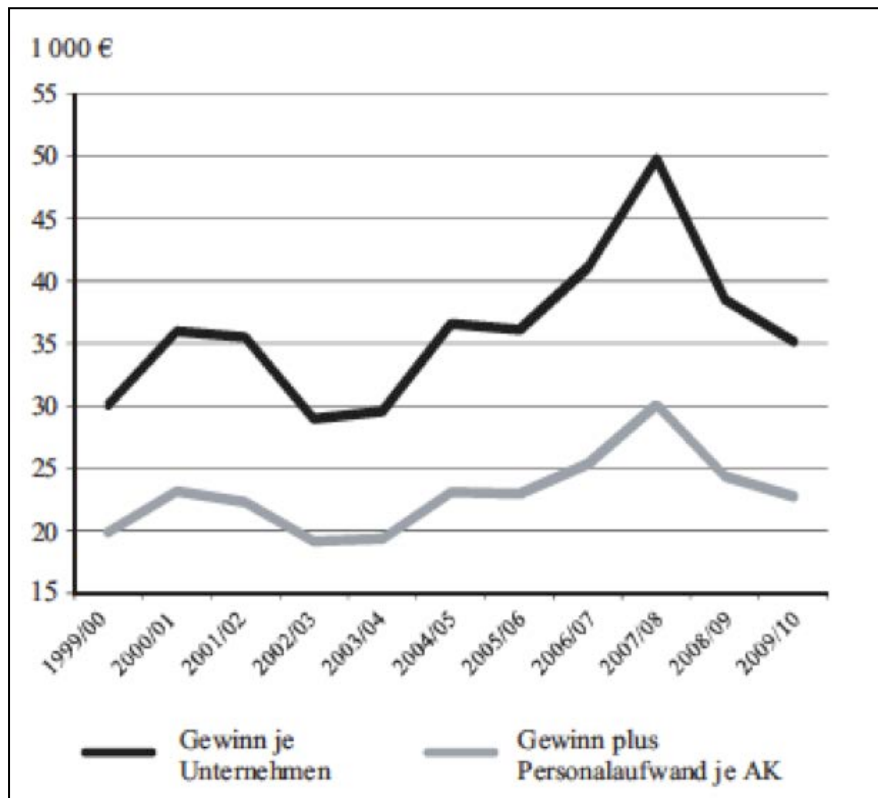
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 23

Aber auch innerhalb der Bundesländer, im regionalen Maßstab, variieren die Pachtpreise stark (siehe Abb. 15). Dabei sind in erster Linie die Standortfaktoren und die regionale Bewirtschaftungsintensität für die Pachthöhe ausschlaggebend (Statist. Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 22).

Einkommenssituation der landwirtschaftlichen Betriebe

Die Einkommenssituation der landwirtschaftlichen Betriebe schwankt jährlich in Abhängigkeit der natürlichen Produktionsbedingungen sowie der Marktentwicklungen für Betriebsmittel und erzeugte Produkte. Abb. 16 zeigt die Entwicklung der landwirtschaftlichen Gewinne je Unternehmen sowie die Gewinne zzgl. Personalaufwand pro Arbeitskraft zwischen den Betriebsjahren 1999/2000 und 2009/2010.

Abb. 16: Einkommensentwicklung in den landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieben



Quelle: BMELV 2011b, S. 28

So lagen der Gewinn je Unternehmen im Wirtschaftsjahr 2009/2010 bei 35.216 €, der Gewinn plus Personalaufwand je Arbeitskraft (AK) bei 22.792 € und damit 8,5% bzw. 6,4% niedriger als im Jahr davor. Besonders negativ war die Entwicklung für Obst- (-30,3%) und Ackerbaubetriebe (-34,8%), wobei jedoch der Gewinn von Ackerbauunternehmen weiterhin als hoch im Vergleich mit anderen Betriebsformen einzustufen ist (siehe Tab. 4). Als Ursachen der Gewinnveränderungen werden die geringen Erlöse für Getreide (-25,3%) und Milch (-6,1%) gewertet. Positiv wirken sich hingegen niedrigere Preise für Dünge- und Futtermittel aus (BMELV 2011b, S. 29).

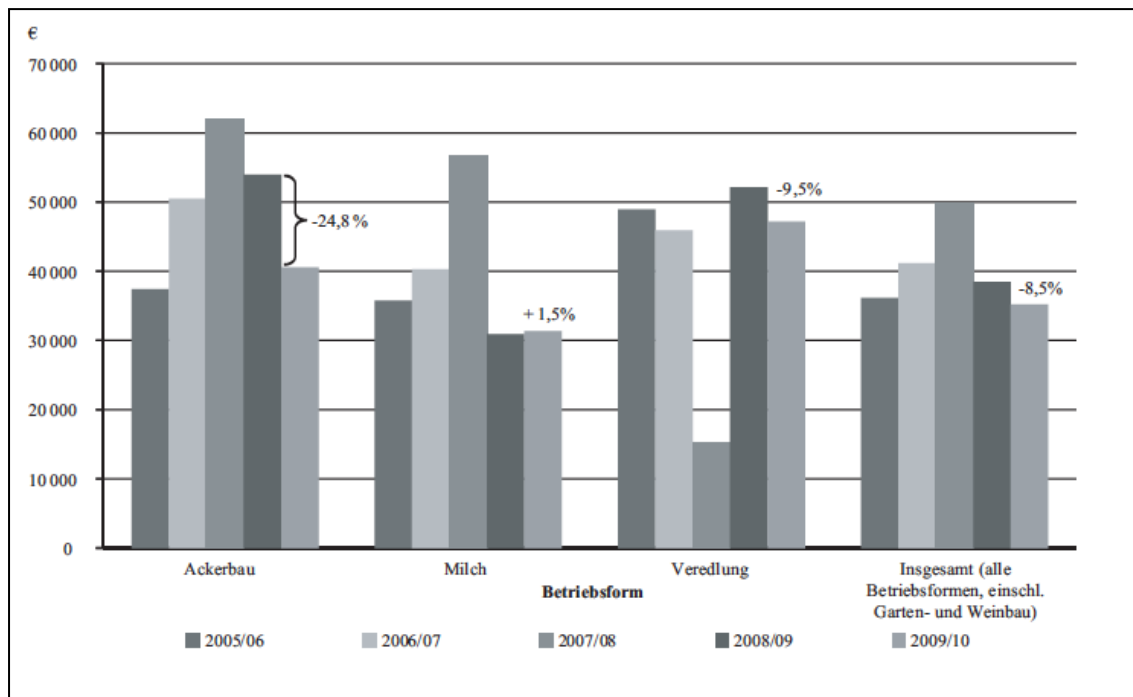
Tab. 4: Einkommen der landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetriebe nach Betriebsform im Wirtschaftsjahr 2009/2010

Betriebsform	Anteil der Betriebe in %	Gewinn je Unternehmen		Gewinn plus Personalaufwand je AK	
		€	Veränderung gegen Vorjahr in %	€	Veränderung gegen Vorjahr in %
Ackerbau	16,9	40.759	-24,8	27.563	-20,0
Gartenbau	6,4	45.828	+3,9	22.862	+4,8
Dauerkulturen ¹	6,2	33.908	-17,0	19.287	-11,3
Weinbau	4,3	36.424	-12,5	20.179	-10,6
Obstbau	1,5	28.134	-30,3	17.751	-13,6
Futterbau	43,7	30.588	+1,0	17.751	-13,6
Milch	36,4	31.366	+1,5	21.280	+1,5
sonstiger Futterbau	7,3	26.709	-1,9	18.419	-4,3
Veredlung	5,8	47.171	-9,5	28.934	-10,0
Gemischt (Verbund)	21,1	34.451	-6,6	22.261	-6,5
Pflanzenbau	2,4	37.912	-5,6	21.658	-3,1
Viehhaltungsverbund	4,9	33.797	-6,9	21.587	-6,1
Pflanzenbau-Viehhaltung	13,8	34.022	-6,6	22.643	-7,3

Quelle: BMELV 2011b, S. 29

Die Gewinne variieren auch über die Jahre hinweg zwischen den Betriebsformen stark (siehe Abb. 17). Die größten Veränderungen im betrieblichen Gewinn hatten laut Abb. 17 in den Jahren 2006/2007, 2007/2008 und 2008/2009 Veredlungsbetriebe zu verzeichnen.

Abb. 17: Gewinne der landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetriebe

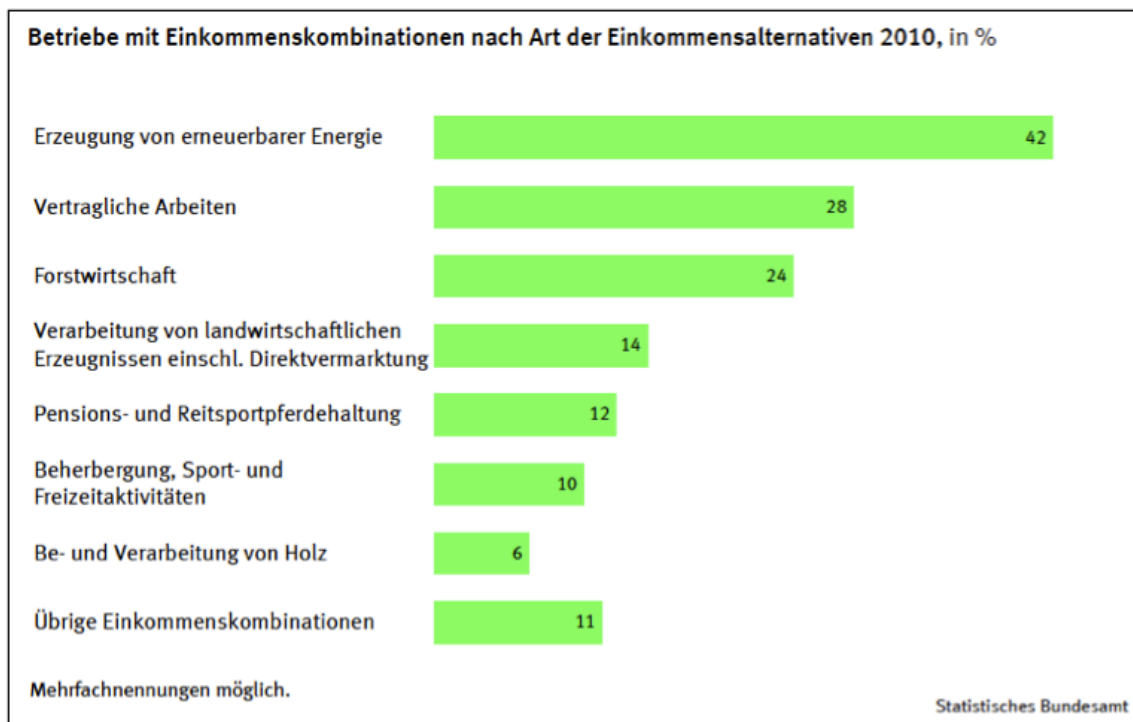


Quelle: BMELV 2011b, S. 30

Einkommensalternativen

Ein zusätzliches Einkommenstandbein neben der landwirtschaftlichen Produktion haben sich 2010 ein Drittel der Betriebe geschaffen (2007: 20%) (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 34). Differenziert nach der Art der Einkommensalternativen zeigt sich, dass 42% der Betriebe Einkommen aus der Erzeugung erneuerbarer Energien generieren (siehe Abb. 18). Weitere Einkommensalternativen, die von mehr als einem Fünftel der Betriebe genutzt werden, sind die Durchführung vertraglicher Arbeiten und Arbeiten in der Forstwirtschaft (Abb. 18).

Abb. 18: Betriebe mit Einkommenskombinationen nach Art der Einkommensalternativen 2010



Quelle: Pöschl, H. 2011, S. 13

Abb. 19: Landwirtschaftliche Betriebe mit Einkommenskombination 2010 (%)



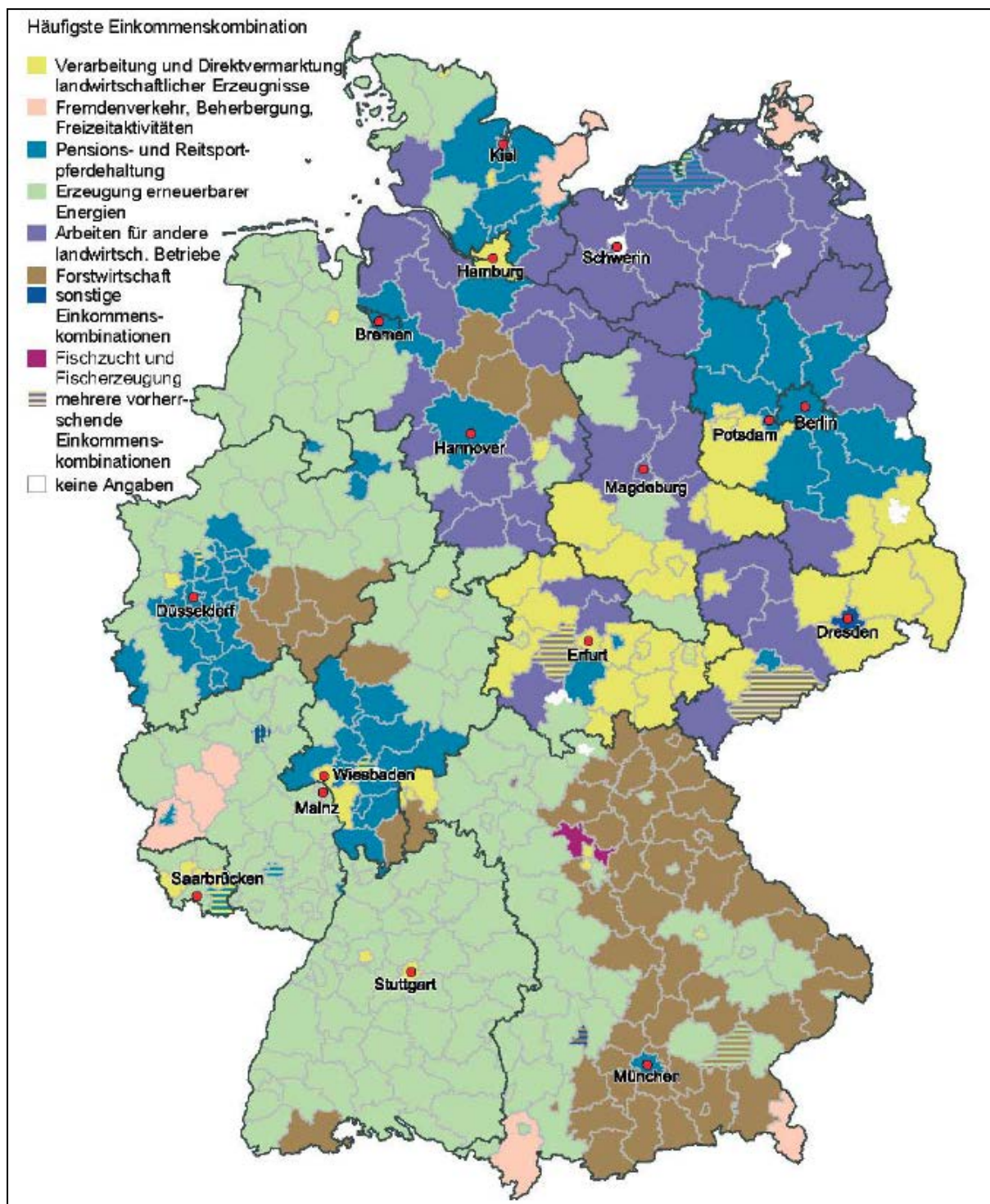
Quelle: Statistisches Bundesamt 2012b, S. 473

Mehrfachnennungen möglich

In Berlin und Bremen sind Rückschlüsse auf einzelne Betriebe möglich. Daher unterliegen die Daten der statistischen Geheimhaltung

In Abhängigkeit der Bundesländer zeigt sich, dass vor allem in Baden-Württemberg die Erzeugung von Erneuerbaren Energien eine herausragende Rolle spielt, und in Hamburg die Direktvermarktung (siehe Abb. 20).

Abb. 20: Häufigste Einkommenskombination in landwirtschaftlichen Betrieben 2010



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011, S. 35

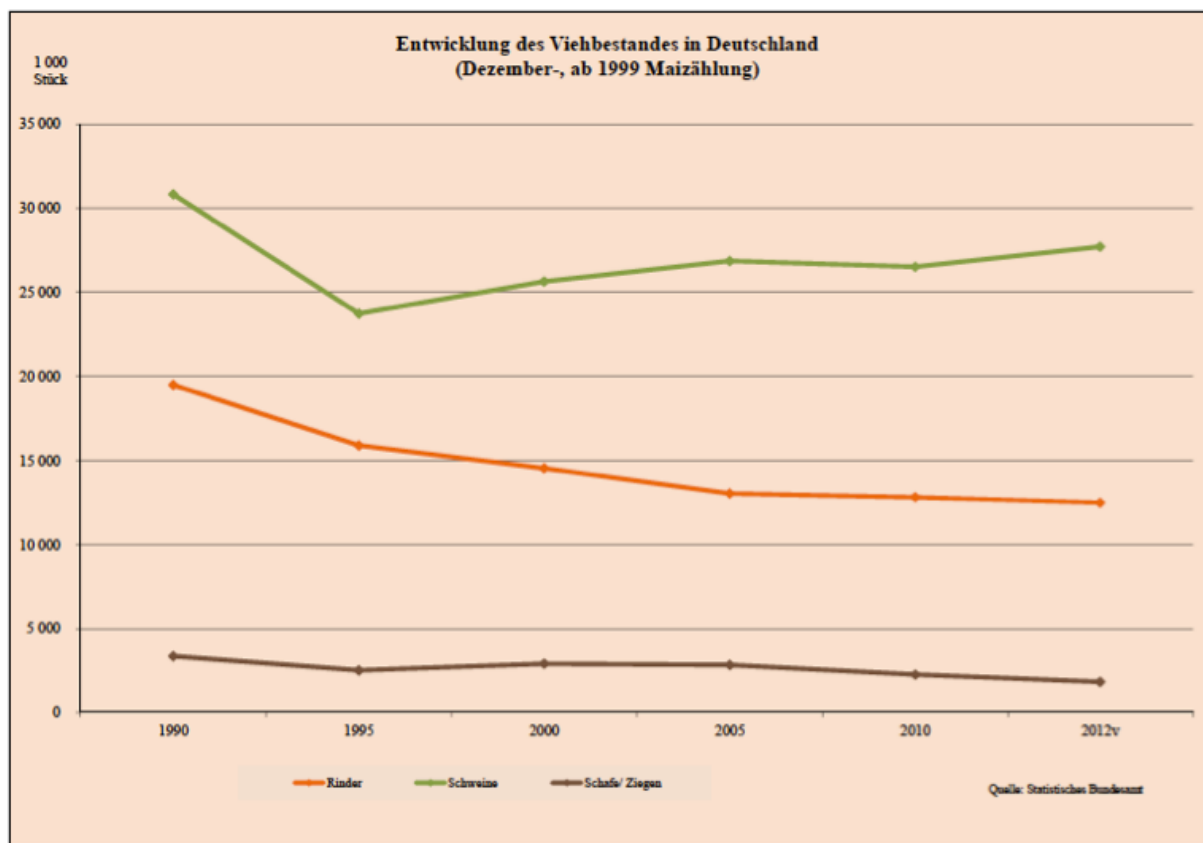
5.2 Entwicklungen der landwirtschaftlichen Produktionsintensität

5.2.1 Entwicklungen im Bereich der Tierhaltung

Tierbestand und tierhaltende Betriebe

Die Tierproduktion in der deutschen Landwirtschaft hat sich seit 1985 ebenfalls wesentlich verändert. Im Jahr 2010 hielten ca. 72% der Betriebe (in absoluten Zahlen 217.000 Betriebe) Tiere (Pöschl, H. 2010), was insgesamt einer Abnahme entspricht. Diese Entwicklung hält auch aktuell noch an: seit 2007 nahm beispielsweise die Anzahl Schweine haltender Betriebe um 18%, die Anzahl Rinder haltender Betriebe um 9% ab (Pöschl, H. 2010). Allerdings veränderten sich die Viehbestände nicht in gleichem Maße; während insbesondere die Anzahl Schweine seit 1995 kontinuierlich zunimmt, sinkt der Rinderbestand hingegen seit 1990, wobei sich die Abnahme in den letzten Jahren verlangsamt hat (siehe Abb. 21). Ein Vergleich mit der Situation 1983 zeigt, dass die Zahl tierhaltender Betriebe um 427.933 bzw. 66% abgenommen hat, trotz der zusätzlichen durch die Wiedervereinigung dazu gekommenen landwirtschaftlichen Betriebe (SRU 1985, S. 83).

Abb. 21: Entwicklung des Viehbestandes in Deutschland



Quelle: BMELV o.J.c

Insgesamt ist eine Spezialisierung der Betriebe zu beobachten, d.h. 57% der tierhaltenden Betriebe halten nur eine Tierart (Pöschl, H. 2010). 2010 wurden in Deutschland durchschnittlich 87 Rinder, 459 Schweine und 2.132 Hühner pro Bestand gehalten (Gurrath, P. 2011:). Dabei ist festzuhalten, dass sich immer größere Bestände auf immer

weniger Betrieben konzentrieren (siehe Tab. 5), wobei insbesondere die ostdeutschen Bundesländer durch große Bestände gekennzeichnet sind (Gurrath, P. 2011).

Tab. 5: Tierhaltung nach Größenklassen

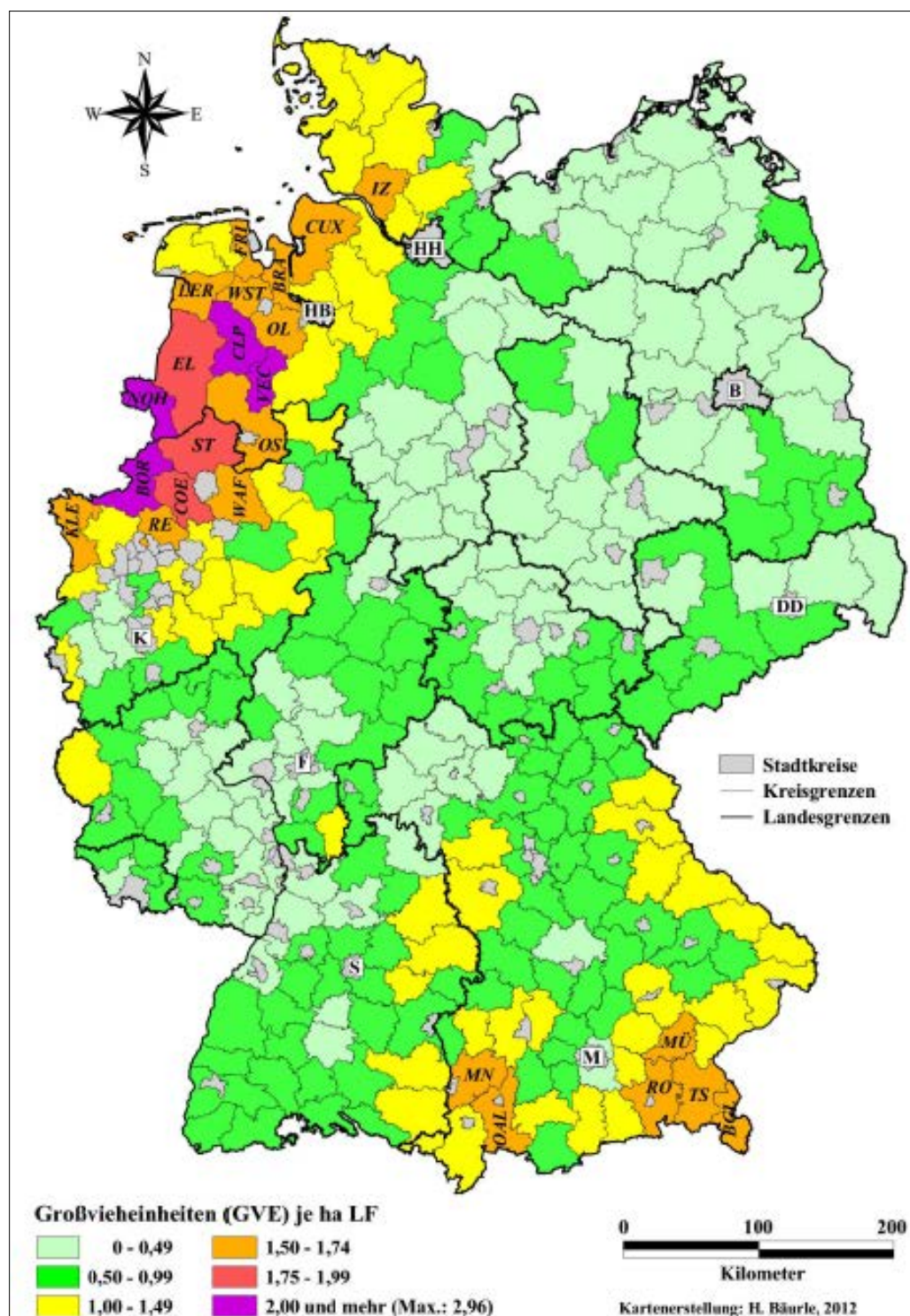
Rinderhaltung			
	Anzahl Betriebe mit Rinderhaltung	Bestand an Rindern (Anzahl)	Bestand an Rindern (GV)
unter 50 GV	83.536	2.367.757	1.697.268
50 bis 100 GV	32.697	3.006.376	2.164.999
100 bis 200 GV	21.341	3.697.373	2.638.241
200 und mehr GV	7.276	3.463.001	2.474.530
insgesamt	144.850	12.534.507	8.975.038
Schweinehaltung			
	Anzahl Betriebe mit Schweinehaltung	Bestand an Schweinen (Anzahl)	Bestand an Schweinen (GV)
unter 50 GV	34.010	3.048.896	289.816
50 bis 100 GV	12.083	5.295.336	527.832
100 bis 200 GV	10.093	9.388.579	986.587
200 und mehr GV	3.911	9.838.541	1.067.555
insgesamt	60.097	27.571.352	2.871.791
Geflügelhaltung			
	Anzahl Betriebe mit Geflügelhaltung	Bestand an Geflügel (Anzahl)	Bestand an Geflügel (GV)
unter 50 GV	47.192	8.046.255	32.185
50 bis 100 GV	8.198	11.345.630	45.383
100 bis 200 GV	3.750	22.772.677	91.091
200 und mehr GV	1.310	86.735.288	346.941
insgesamt	60.450	238.899.750	515.599

Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2010a

Regionale Verteilung der Tierhaltung

Eine regionale Differenzierung zeigt sich auch in der Viehbesatzdichte, die in Nordwestdeutschland (Niedersachsen) am höchsten ist; hier betrifft sie vor allem den Besatz mit Schweinen und Geflügel, während in Bayern der Viehbesatz vor allem durch die Rinderhaltung geprägt ist (Pöschl, H. 2010). Die unterschiedliche Viehbesatzdichte bedingt auch ein regional sehr unterschiedliches Aufkommen organischer Dünger, was dazu führt, dass in den viehstarken Regionen organischer Dünger (insbesondere Gülle) über Gülle- oder Nährstoffbörsen abgegeben und in Regionen mit geringerem Aufkommen von organischem Dünger transportiert wird (Auflagen Düngeverordnung, Wasserrahmenrichtlinie, Naturschutzgesetz).

Abb. 22: Regionale Verteilung des Viehbesatzes 2010

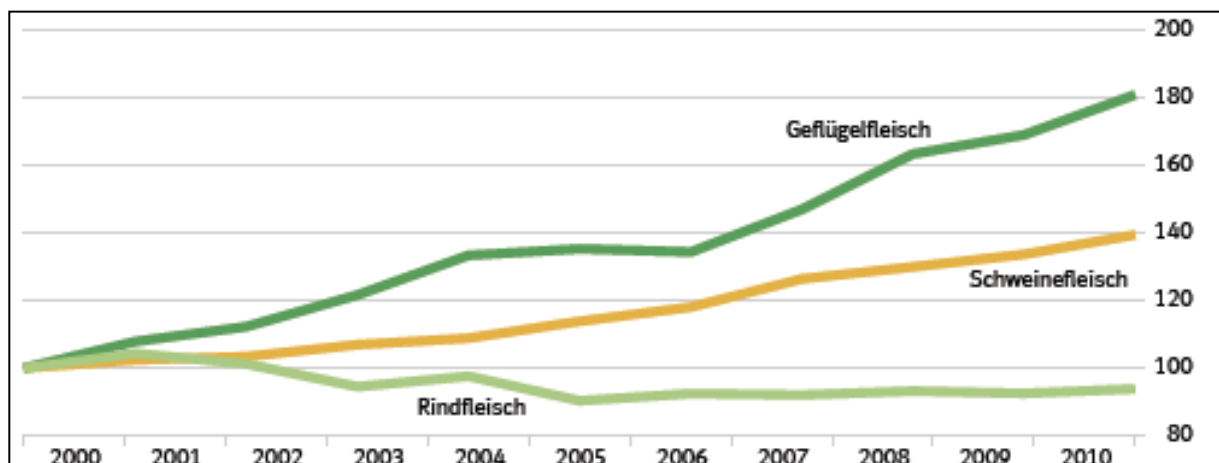


Quelle: Bäurle & Tamasy 2012

Fleischproduktion

Die Entwicklungen in der Tierhaltung spiegeln sich auch in der Entwicklung der Fleischproduktion wieder. So hat insbesondere die Produktion von Geflügel, aber auch die Schweinefleischproduktion seit 2000 stark zugenommen, wohingegen die Rindfleischproduktion rückläufig ist oder stagniert (siehe Abb. 23).

Abb. 23: Gewerbliche Fleischproduktion

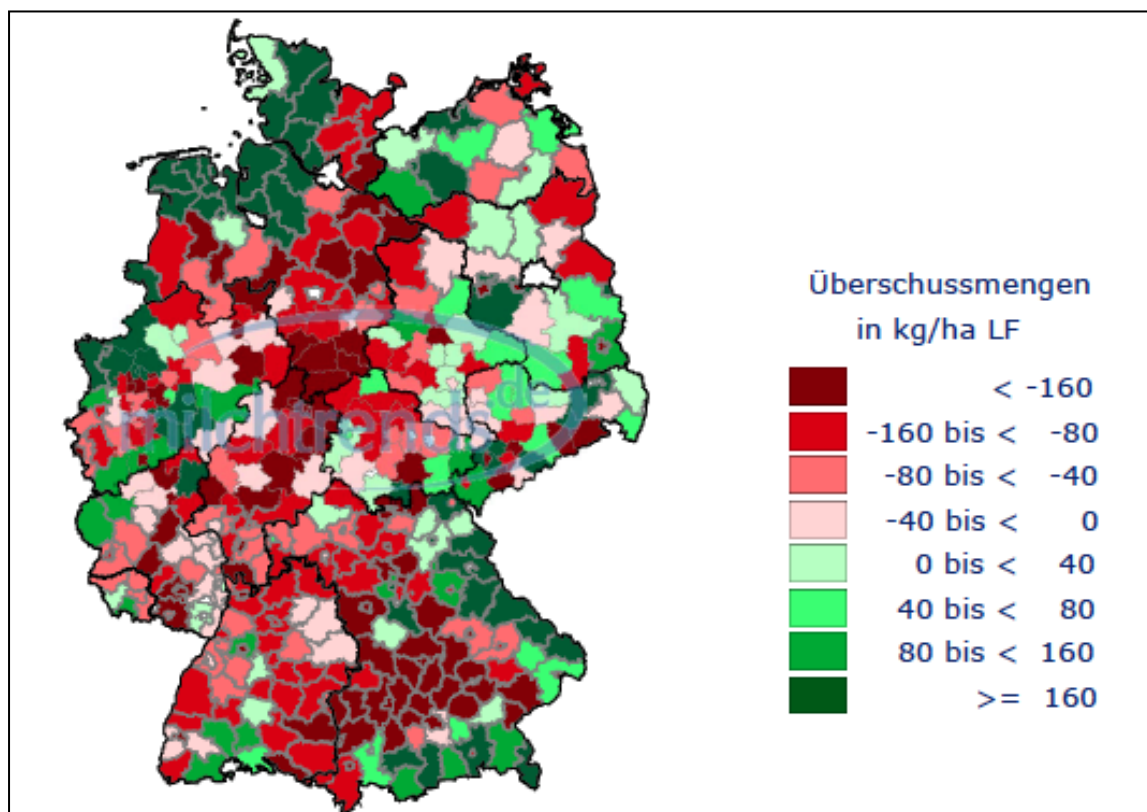


Quelle: Gurrath, P. 2011, S. 45

Milchproduktion

Die gesamte Milcherzeugung hat sich seit 1995 nur unwesentlich verändert, was bei sinkenden Tierzahlen auf die steigende Milchleistung der Kühe zurückzuführen ist (Statistisches Bundesamt 2010b). Allerdings ist eine regionale Verschiebung der Milchproduktion zu beobachten, die eine Zunahme vor allem auf Grünland-geprägten Standorten an der Küste in Niedersachsen und im Bayerischen Wald zeigt (siehe Abb. 24).

Abb. 24: Wanderung der Milchquote (2002 bis 2012)

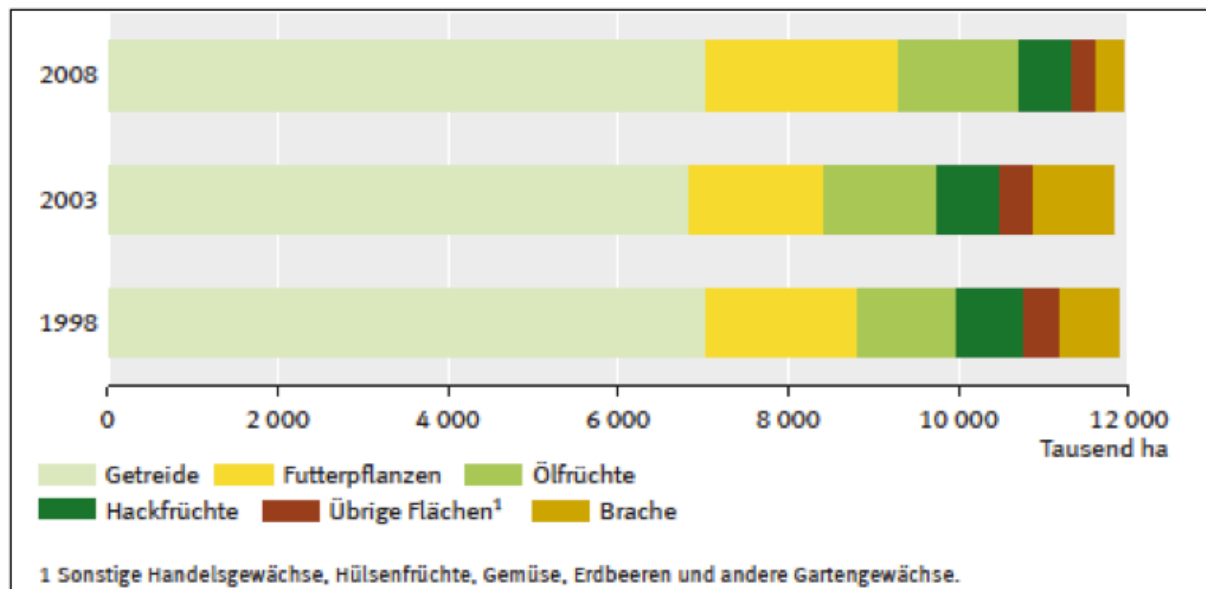


Quelle: Quotenbörsendaten des BMELV (2002 bis 2012), nach Lassen, TI (2012)

Futtererzeugung

Mit der Intensivierung der Tierhaltung und der Entwicklung der Tierbestände ist auch eine wesentliche Veränderung der Futtermittelversorgung verbunden, die sich von der Weiden- und Wiesenutzung immer mehr auf die Produktion von Futterpflanzen auf Äckern verlagert (vgl. Abb. 25). 2008 wurden auf 2,3 Mio. ha (19% der Ackerfläche) Futterpflanzen angebaut (Gurrath, P. 2009, S. 15). Dabei nimmt vor allem die Maisanbaufläche zu. In der Milcherzeugung ist zur Erzielung höherer Milchleistungen ein verstärkter Einsatz von Kraftfutter notwendig, was ebenfalls die Anzahl der Grünland nutzenden Raufutterfresser vermindert. Diese Entwicklungen bedingen fast zwangsläufig eine ständige Abnahme der landwirtschaftlichen Bedeutung und Nutzung von Grünland. Auf die damit zusammenhängenden Umwelt- und Naturschutzprobleme, die auch im folgenden Abschnitt über Pflanzenbau und Bodennutzung kurz angesprochen sind, wird ausführlich in den Kapiteln über Biodiversität, Boden, Klima und Landschaftsbild eingegangen.

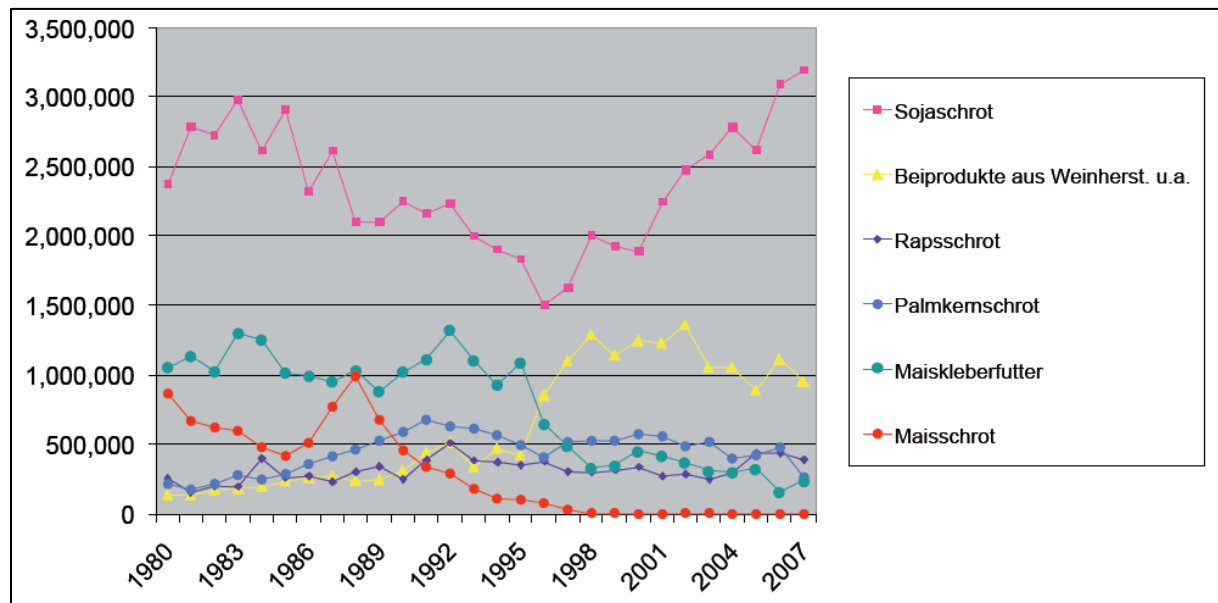
Abb. 24: Anbau auf Ackerland



Quelle: Gurrath, P. 2009, S. 14

Daneben importierte Deutschland etwa 17% der eingesetzten Futtermittel aus dem Ausland (Stand 1982/1983: 13%; SRU 1985, S. 48). Ein Großteil davon entfällt auf Soja und Sojaprodukte (siehe Abb. 26), von denen in den Jahren 2008-2010 durchschnittlich 35 Mio. t eingeführt wurden, was einer Fläche von 2,8 Mio. ha entspricht (von Witzke, H. et al. 2011, S. 5). Neben Umweltauswirkungen in den Erzeugungsländern und durch den Transport verursacht der Futtermittel-Import in Verbindung mit dem gleichzeitigen Export tierischer Produkte sozusagen einen „Import organischer Dünger“.

Abb. 25: Entwicklung der Futtermittelimporte nach Deutschland



Quelle: Reichert, T. & Reichardt, M. 2011, S. 12

Tierarzneimittel

Im Zusammenhang mit der intensiven Tierhaltung wird auch der Einsatz von Tierarzneimitteln und insbesondere von Antibiotika kritisch diskutiert. Nach Angaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und dem Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) „sind im Jahr 2012 rund 1.619 Tonnen Antibiotika von pharmazeutischen Unternehmen und Großhändlern an Tierärzte in Deutschland abgegeben worden. Allerdings erlaubt die Abgabemengenerfassung alleine nicht, „eine direkte Verbindung zwischen den ermittelten Abgabemengen und der Behandlungshäufigkeit einzelner Tierarten herzustellen“. Den Schwerpunkt bildeten Tetracycline mit etwa 566 Tonnen und Aminopenicilline mit etwa 498 Tonnen. Des Weiteren wurden rund 10 Tonnen Fluorchinolone und rund 4 Tonnen Cephalosporine der 3. und 4. Generation abgegeben“ (BVL 2012a). Zwar sind die Abgabemengen gegenüber 2011 (1706 Tonnen) leicht rückläufig, gegenüber der abgegebenen Antibiotikamengen in der Humanmedizin – jährlich rund 630 Tonnen – entspricht dies jedoch etwa der zwei- bis dreifachen Menge. Der Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung (wie auch in der Humanmedizin) kann zur Entstehung von Antibiotika-Resistenzen beitragen. Es gibt jedoch „Hinweise, dass der Einsatz von Antibiotika in der Landwirtschaft zur Ausbreitung von Resistenzen beim Menschen beiträgt“ (SRU 2008, S. 749).

Die an Nutztiere verabreichten Arzneimittel verbleiben nur zu einem geringen Anteil im Organismus. Substanzspezifisch wird etwa 60-80% der verabreichten Wirkstoffmenge unverändert wieder ausgeschieden. Mit der Ausbringung der Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche oder Stallmist) und Gärresten gelangen Tierarzneimittel und deren Umwandlungsprodukte auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Einfluss von Antibiotika auf die Bodenbiozönose „kann bei heutigem Kenntnisstand noch nicht abschließend bewertet werden. Nachweislich hat aber der Einsatz von Antiparasitika in der Landwirtschaft lokal einen negativen Einfluss auf dungabbauende Insekten, was den Prozess der Nährstoffregenerierung beeinträchtigen könnte“ (SRU 2008, S. 749). Nach der

Passage durch den Boden und die ungesättigte Zone besteht zudem die Gefahr, dass die Tierarzneimittel in das oberflächennahe und/oder wasserwirtschaftlich als Trinkwasser genutzte Grundwasser sowie anschließend in oberirdische Gewässer ausgeschwämmt werden können. Der tatsächliche Verbleib der Tierarzneimittel in den unterschiedlichen Umweltkompartimenten ist bisher – in Deutschland und international – wenig untersucht, hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Das Umweltbundesamt hat daher zur Untersuchung des Belastungszustands des oberflächennahen Grundwassers auf Rückstände von Tierarzneimitteln ein Forschungsvorhaben gefördert, dessen Ziel es war anhand eines „worst-case“-Ansatzes zu untersuchen, ob und wie sich unter besonders ungünstigen Standortverhältnissen der Eintrag von Tierarzneimittelrückständen im oberflächennahen Grundwasser bemerkbar macht. Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass ein Eintrag unter den naturräumlichen und hydrogeologischen Bedingungen nicht ubiquitär stattfindet. Bei besonders ungünstigen Standortbedingungen hingegen wurden in Einzelfällen Nachweise der Stoffe in teilweise sehr deutlicher Ausprägung festgestellt.⁴

5.2.2 Entwicklungen im Bereich des Pflanzenbaus

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick der Entwicklungen im Pflanzenbau, zu dem neben dem Ackerbau und den sog. Sonderkulturen auch die im vorigen Abschnitt schon angesprochene Grünlandwirtschaft zählt. Dabei wird zum einen darauf eingegangen, welche Nutzungen auf den Flächen stattfinden, und zum anderen, mit welcher Intensität die Pflanzenproduktion betrieben wird.

Bodennutzung

Die Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach Nutzungsarten im Jahr 2010 zeigt Tab. 6. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Fläche in ihrer Gesamtheit zwischen 1993 und 2010 um 458.000 ha oder 2,7 % abgenommen hat. Den größten Anteil - mit steigender Tendenz - nehmen Ackerflächen ein. Der Dauergrünlandanteil ist dagegen, wie bereits erwähnt, zurückgegangen, wobei besonders die Flächen von Wiesen (-19%) und Weiden mit Almen (-45%) abgenommen haben (vgl. KfÖ 2006).

4 UBA (2014): „Antibiotika und Antiparasitika im Grundwasser unter Standorten mit hoher Viehbesatzdichte“ (FKZ 3711 23 225).
Unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/antibiotika-antiparasitika-im-grundwasser-unter>

Tab. 6: Landwirtschaftliche genutzte Fläche nach Kulturarten

Jahr	Acker- land	Gar- ten- land	Obst- an- lagen	Baum- schu- len 1)	Dauergrünland				Reb- land	Landw. genut. Fläche insge- samt
					Zu- sam- men 2)	Wie-sen	Wie-den 3)	Weiden mit Almen		
1 000 ha										
1993	11.676	27	70	35	5.251	2.413	1.598	1.092	103	17.162
1994	11.805	22	69	38	5.271	2.292	1.771	1.061	103	17.308
1995	11.835	19	69	38	5.282	2.233	1.874	1.030	102	17.344
1996	11.832	20	70	39	5.273	2.230	1.909	993	101	17.355
1997	11.832	18	70	39	5.268	2.196	1.945	984	101	17.327
1998	11.879	16	72	39	5.265	2.177	2.007	930	101	17.373
1999	11.821	9	69	39	5.114	2.110	2.007	858	100	17.152
2000	11.804	9	69	38	5.048	2.000	2.082	831	100	17.067
2001	11.813	8	69	39	5.013	1.961	2.104	817	100	17.042
2002	11.791	7	68	40	4.970	1.931	2.124	781	98	16.974
2003	11.827	7	69	38	4.968	1.898	2.158	777	99	17.008
2004	11.899	6	68	36	4.913	1.870	2.210	700	98	17.020
2005	11.903	5	66	35	4.929	1.862	2.260	650	97	17.035
2006	11.866	5	66	36	4.882	1.848	2.250	641	97	16.951
2007	11.877	5	65	36	4.875	1.846	2.251	627	97	16.954
2008	11.932	5	65	37	4.789	1.756	2.297	587	98	16.926
2009	11.945	3	65	37	4.742	1.773	2.226	585	97	16.890
2010	11.847	4	65	36	4.655	1.899	2.545	-	97	16.704
2011	11.874	3	66	36	4.644	1.813	2.631	-	97	16.721

1) Einschl. Weihnachtsbaumkulturen und andere Dauerkulturen im Freiland. – 2) Einschl. Hutungen und Streuwiesen sowie aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommenes Dauergrünland. – 3) Ab 2010 einschl. Mähweiden und Almen. Quelle: BMELV 2013c

Der Rückgang der Grünlandfläche bzw. des Grünlandanteils ist in den Bundesländern unterschiedlich stark verlaufen (siehe Tab. 7), am stärksten war er zwischen 2003 und 2008 in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz. Damit gehen auch die ökologischen Leistungen des Grünlandes für den Klima-, Erosions-, Wasser- oder den Arten und Biotopschutz verloren.

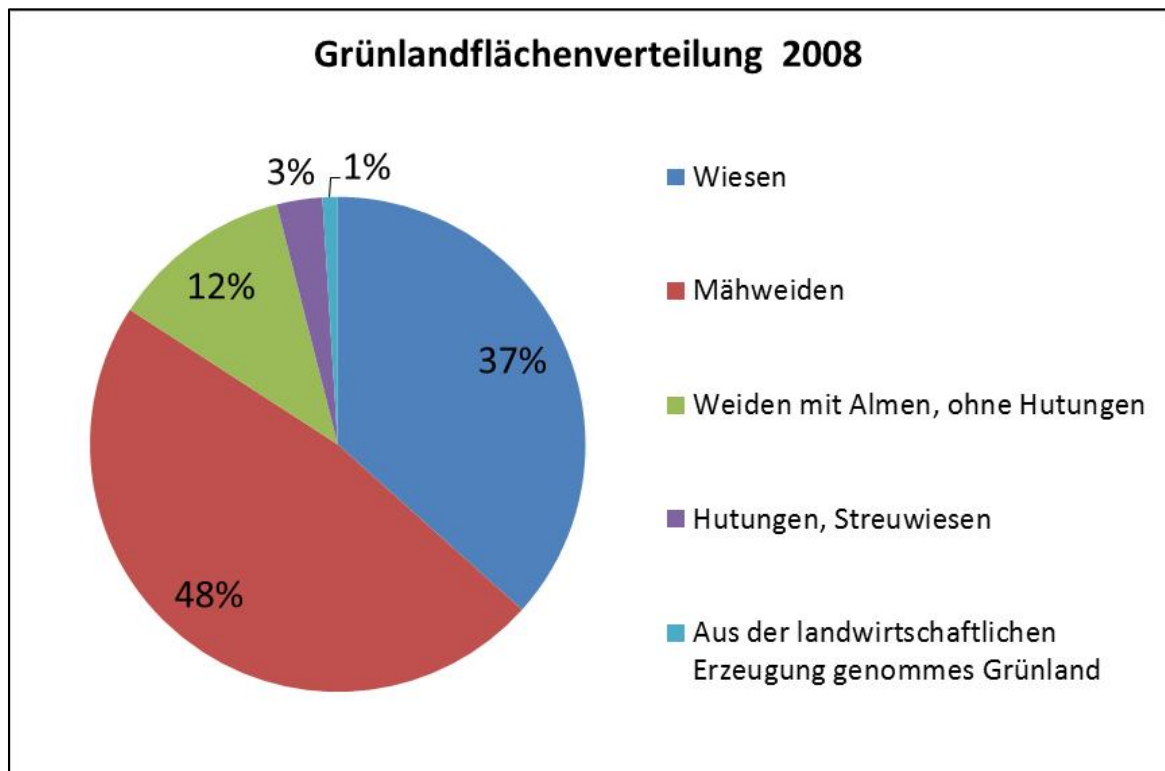
Tab. 7: Daten zum Grünlandumbruch 2003 bis 2008

Bundesland	Veränderung Grünlandanteil in %	Veränderung Grünland absolut %
Baden-Württemberg	-2,50	-3,20
Bayern	-1,90	-2,50
Brandenburg und Berlin	-3,50	-4,20
Hessen	1,30	-1,50
Mecklenburg-Vorpommern	-5,60	-6,30
Niedersachsen/HB	-5,00	-5,40
Nordrhein-Westfalen	-4,40	-5,00
Rheinland-Pfalz	-5,20	-6,40
Saarland	0,00	-4,10
Sachsen	-1,20	-2,00
Sachsen-Anhalt	-3,30	-3,60
Schleswig-Holstein	-7,50	-7,70
Thüringen	-0,70	-0,90
Deutschland	-3,40	-4,10

Quelle: Umweltbundesamt 2010, S. 34

Das vorhandene Grünland wird der großteils als Mähweiden und Wiesen genutzt (siehe Abb. 27).

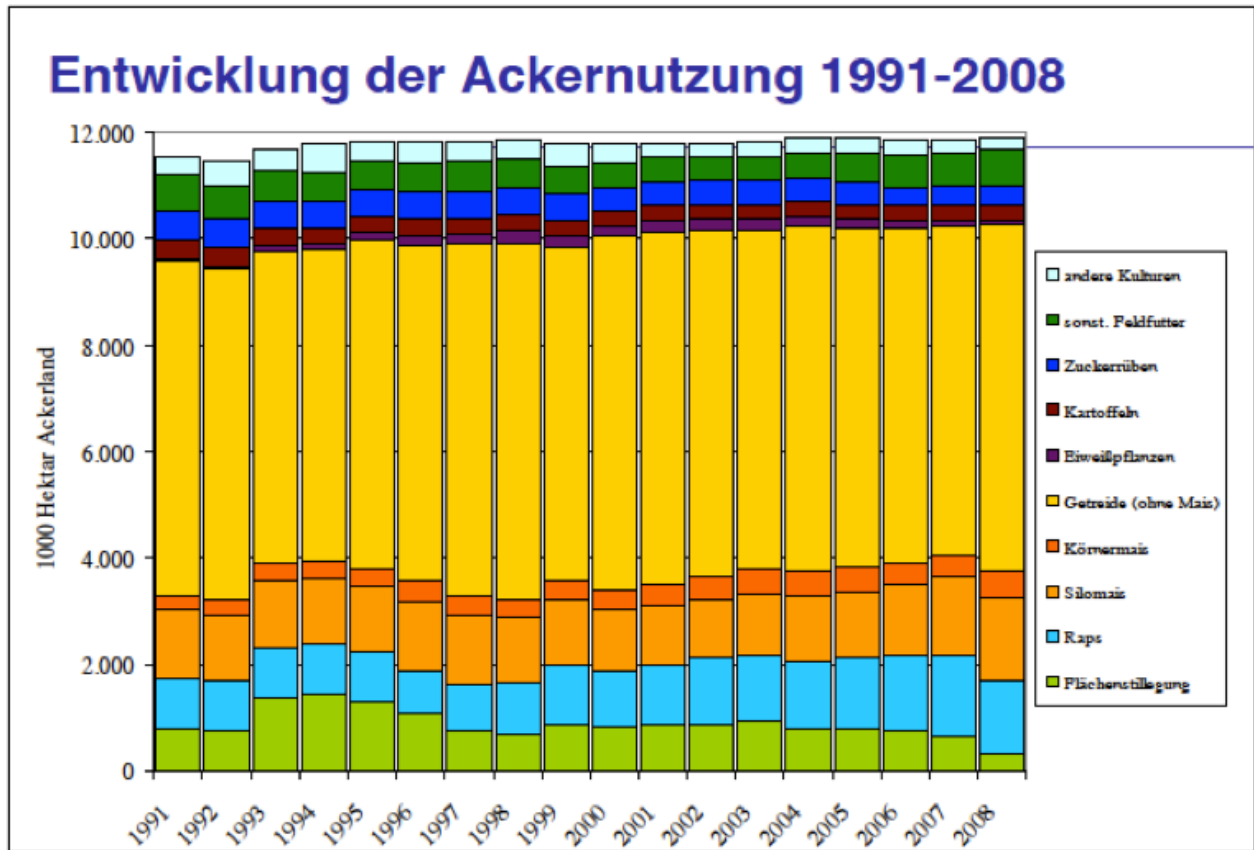
Abb. 26: Grünlandflächenverteilung 2008



Quelle: Goebel, M. 2008/2009

Die Entwicklungen der Ackernutzung zwischen 1991 und 2008 zeigt Abb. 28. Die Ackerflächen werden überwiegend für den Anbau von Getreide genutzt. Nach der Wiedervereinigung wurde in den ostdeutschen Bundesländern hauptsächlich die Weizenanbaufläche ausgedehnt (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) 2008b, S. 23). Ersichtlich sind in Abb. 28 auch die Ausdehnung der Anbaufläche für Mais und Raps und die abnehmende Bedeutung des Zuckerrüben- und Eiweißpflanzenanbaus sowie der Flächenstilllegung in den letzten Jahren.

Abb. 27: Entwicklung der Ackernutzung 1991 - 2008



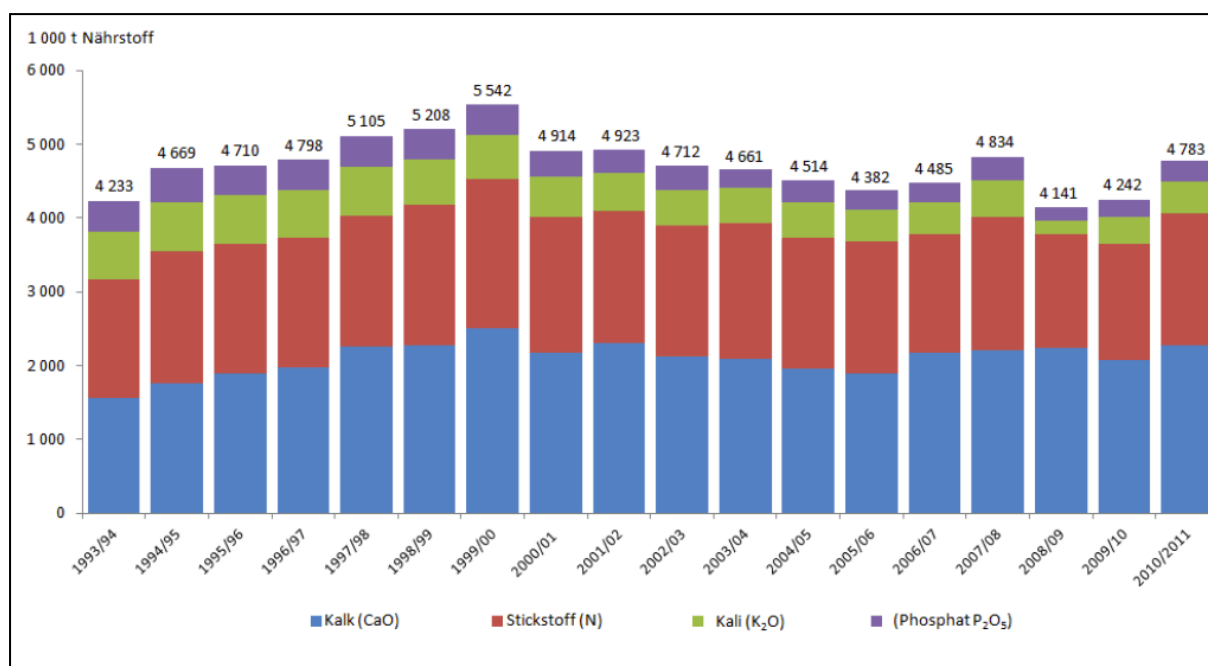
Quelle: Nitsch, H. & Osterburg, B. 2009

Intensität der pflanzlichen Produktion

Die Intensität der Flächenbewirtschaftung wird im Folgenden anhand der Indikatoren Einsatz von Düngemitteln und Einsatz von Pflanzenschutzmittel dargestellt.

Im Rahmen der Düngung finden sowohl organische als auch mineralische Düngemittel Verwendung. Der Inlandsabsatz mineralischer Düngemittel schwankt jährlich. Tendenziell scheint sich in den letzten Jahren eine leichte Reduktion des Absatzes abzuzeichnen, wobei scheinbar das Niveau der Mitte der 1990er Jahre wieder erreicht wird (siehe Abb. 29).

Abb. 28: Inlandsabsatz von mineralischen Düngemitteln



Quelle: Umweltbundesamt 2012k nach BMELV, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, Münster-Hiltrup, fortlaufende Jahrgänge

Der Nährstoffaufwand pro ha lässt zwischen den Wirtschaftsjahren 2008/2009 und 2011/2012 keinen Trend der Entwicklung (Abnahme / Zunahme) erkennen (siehe Tab. 8).

Tab. 8: kg Nährstoff pro landwirtschaftliche Nutzfläche

kg Nährstoffe je ha	Wirtschaftsjahr								
	1938/ 39	2008/ 09 1)	2008/ 09 2)	2009/ 10 1)	2009/ 10 2)	2010/ 11 1)	2010/ 11 2)	2011/ 12 1)	2011/ 12 2)
Stickstoff (N)	23,6	91,6	93,3	92,9	94,3	106,9	108,6	98,1	99,5
Phosphat (P ₂ O ₅)	28,3	10,3	10,5	13,9	14,1	17,1	17,4	14,8	15,0
Kali (K ₂ O)	43,4	10,6	10,8	21,5	21,8	26,0	26,4	23,1	23,4
Kalk (CaO)	56,4	126,4	128,8	117,8	119,6	130,7	132,7	138,1	140,0

1) Bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche einschl. Brache.

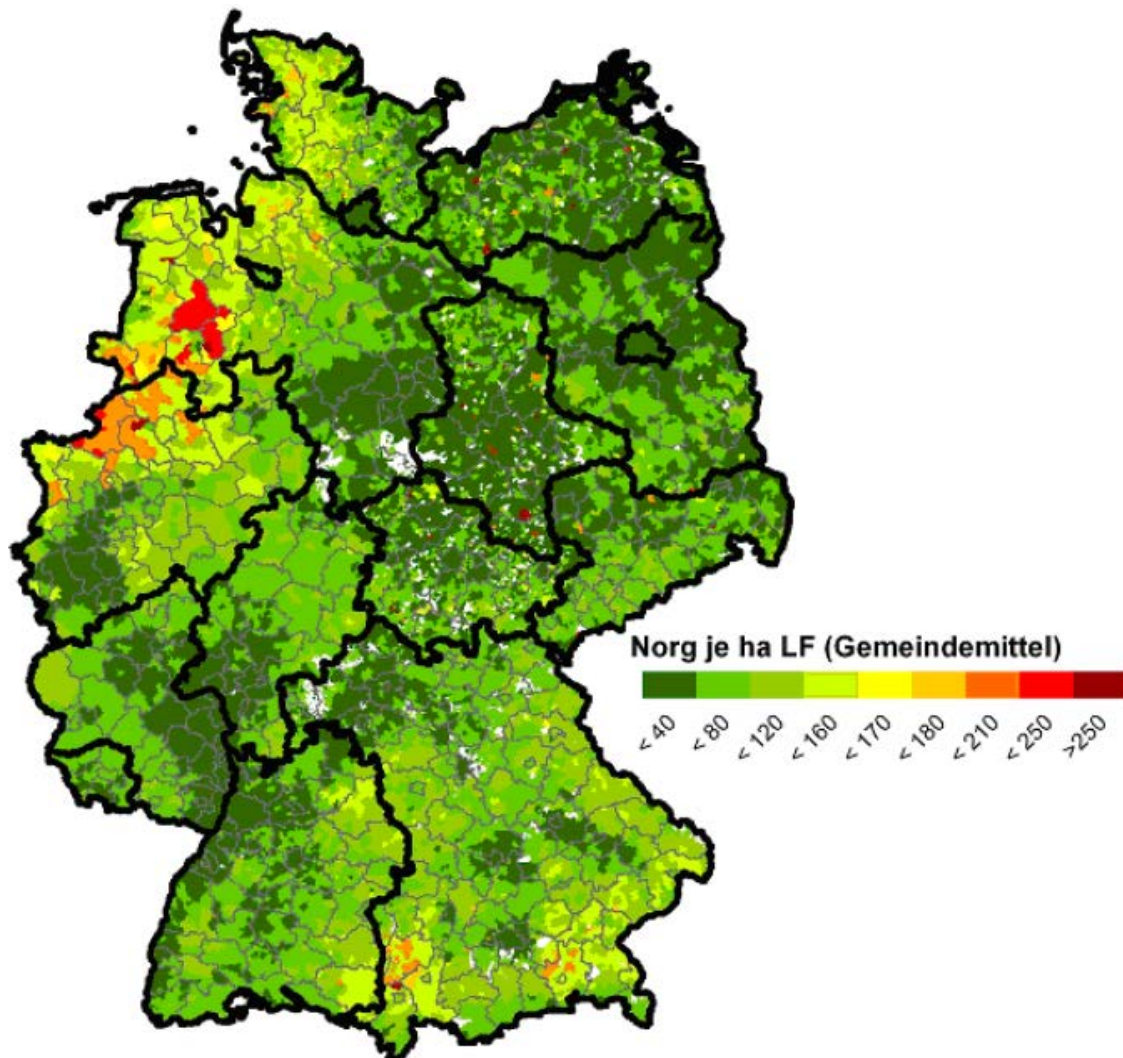
2) Bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche ohne Brache.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2012d, S. 21

Neben mineralischen Düngemitteln werden auch organische (Wirtschafts-) Düngemittel angewendet. 2010 wurde auf ca. einem Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche mindestens einmal Gülle ausgebracht, auch von 7.500 viehlosen Betrieben, die Gülle übernommen haben (Statist. Bundesamt 2011b, S. 22). Aufgrund abnehmender Tierzahlen im Bereich der Rinderhaltung (siehe Kapitel 3.2.1) ist der Anfall an Wirtschaftsdünger aus der Rinderhaltung in den vergangenen Jahren rückläufig. 1982/1983 lag die

Stickstoffzufuhr durch Stalldung (ohne Nährstoffzufuhr aus Jauche) bei 68,4 kg pro ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (SRU 1985, S. 117) und damit ca. 11 kg höher als 2010 (BMELV 2012e). Das Aufkommen organischer Düngemittel schwankt dabei in Abhängigkeit des Viehbesatzes regional stark (siehe Abb. 30).

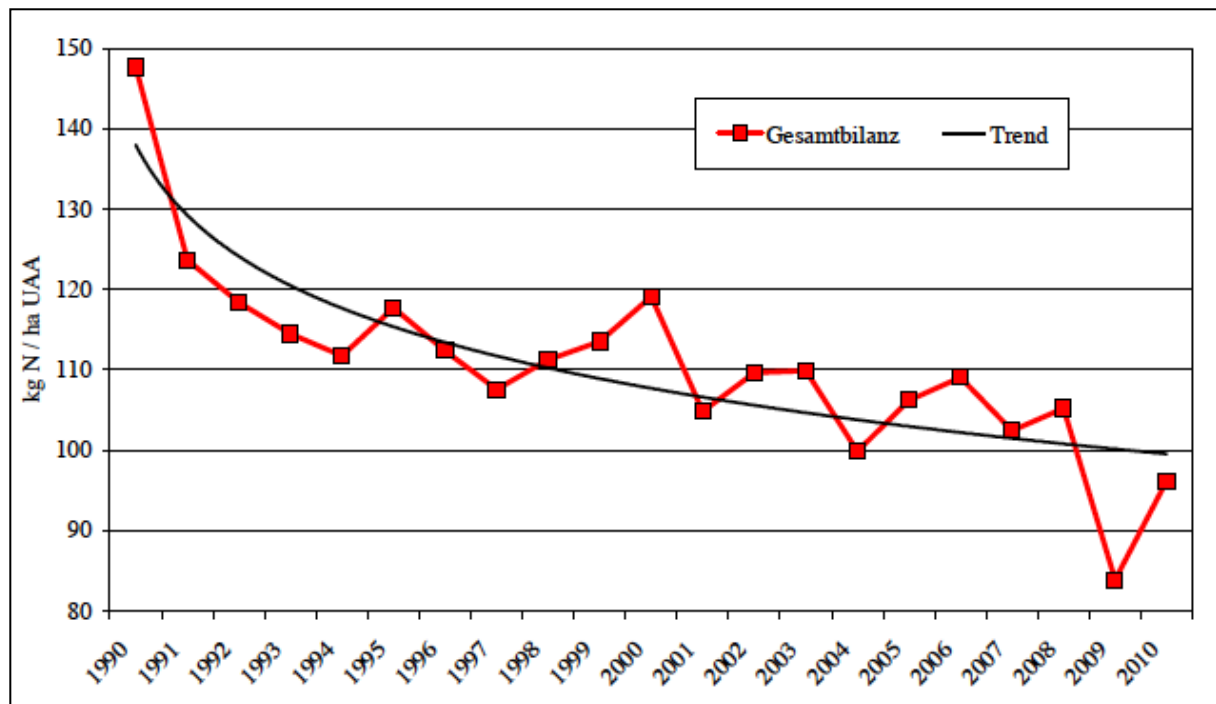
Abb. 29: Regionales Aufkommen von N aus tierischen Ausscheidungen in kN/ha LF im Jahr 2007



Quelle: Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012, S. 207

Die Gesamtbilanz des jährlichen Stickstoffsaldos zeigt seit 1990 einen leicht abnehmenden Trend, allerdings schwanken die Salden jährlich stark und sind zuletzt wieder angestiegen. Das in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie festgelegte Ziel von 80 kg N/ha und Jahr bis 2010 wurde nicht erreicht (Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012, S. 83).

Abb. 30: Entwicklung des jährlichen N-Saldos der Gesamtbilanz für Deutschland in kg N/ha LF

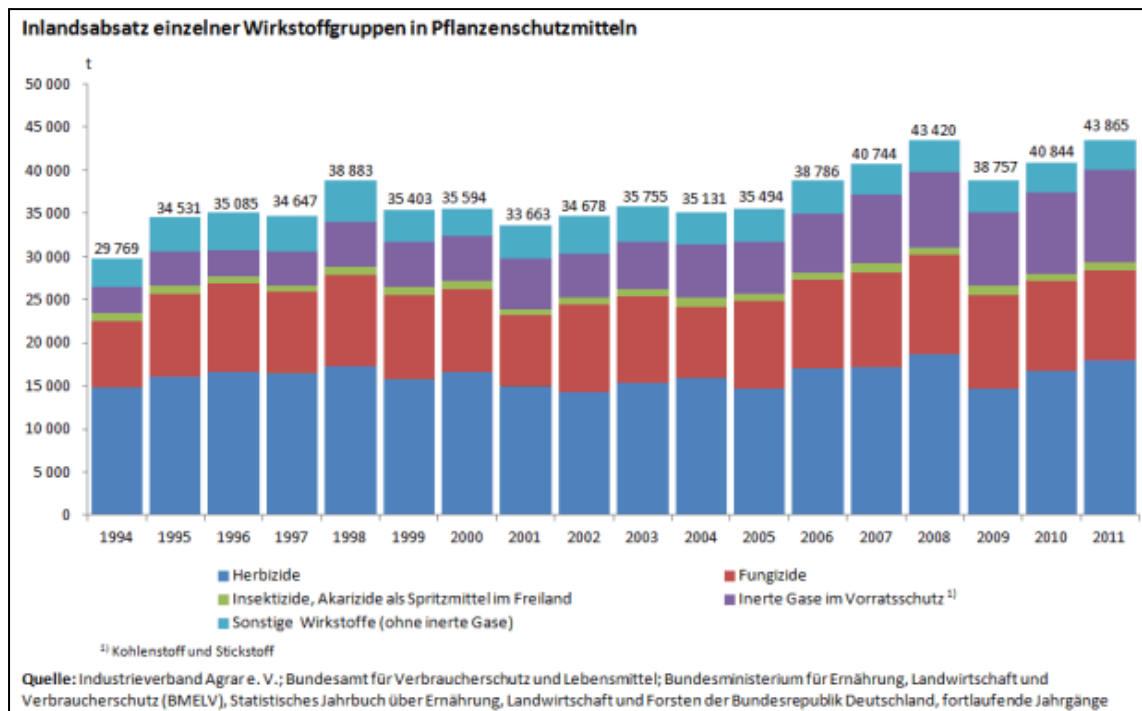


Quelle: Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012, S. 83

In Bezug auf die Einhaltung der Düngeverordnung zeigt sich nach Taube eine steigende Tendenz von Verstößen (Taube F. 2012). Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass „zwei Drittel der geprüften Betriebe alle Anforderungen erfüllten“ und „Sanktionen oder Beanstandungen (...) meist leicht behebbare Mängel wie fehlende Aufzeichnung über Tierhaltung und -gesundheit, Futtermittelsicherheit, fehlende Untersuchungen der Böden über Phosphat und Humusgehalt“ betrafen (Haber, W. 2014, S. 145 f.).

Der Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmitteln hat seit 2002 tendenziell zugenommen (siehe Abb. 32). 2010 wurden in Deutschland 103.477 t Pflanzenschutzmittel und 40.844 t Wirkstoffe (jeweils incl. inerte Gase und für den ökologischen Landbau zugelassene Mittel) abgesetzt. 2010 waren 249 Wirkstoffe in über 644 Präparaten zugelassen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2011a). Dabei muss die Absatzmenge nicht notwendigerweise mit der angewendeten Menge übereinstimmen, denn Pflanzenschutzmittel werden auf Vorrat gekauft bzw. Schwankungen des Befalls machen unterschiedliche Einsatzmengen notwendig (Umweltbundesamt 2012b). Auch ist zu berücksichtigen, dass die Wirkstoffmenge alleine noch keine Aussage über die Wirkungen zulässt, da „z.B. die Verwendung eines risikoreicheren Pflanzenschutzmittels, das schon in geringer Menge wirkt“, nicht differenziert betrachtet wird im Vergleich zu Pflanzenschutzmitteln, die in zwar größeren Mengen ausgebracht werden, deswegen aber nicht notwendigerweise mit größeren Risiken verbunden sind (BMELV 2008a, S. 6). Es werden daher Risikoindizes berechnet. Deren Entwicklung zeigt „für die vergangenen 20 Jahre (...), dass die Pflanzenschutzpolitik (seit 1987) in Deutschland zu einer Reduktion der Risiken für den Naturhaushalt um über 50%, in Teilbereichen sogar bis zu 90% geführt hat“ (BMELV 2008a, S. 6).

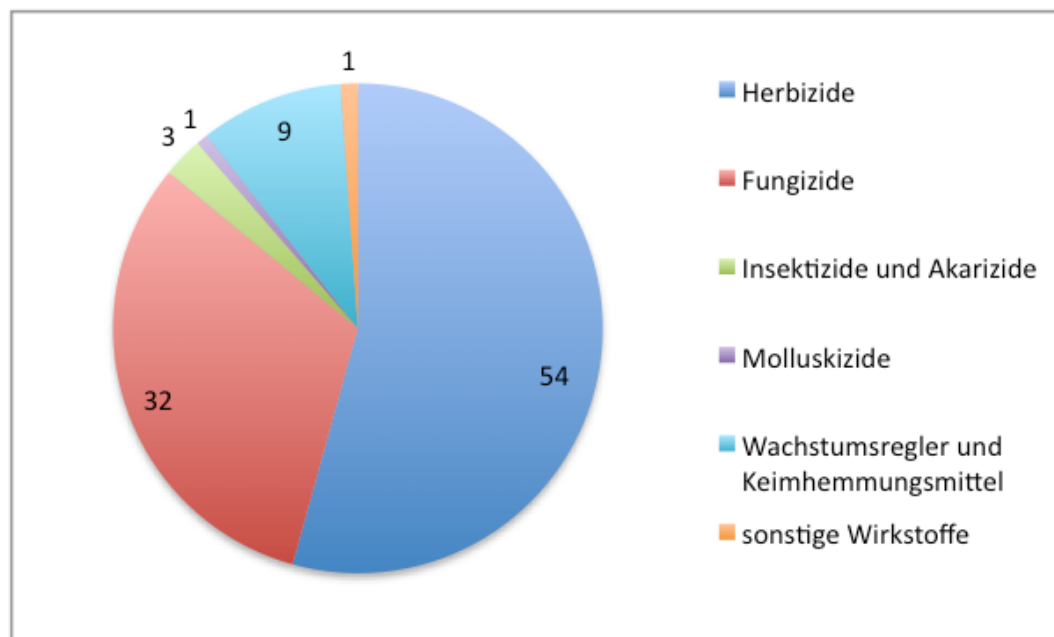
Abb. 31: Inlandsabsatz einzelner Wirkstoffgruppen in Pflanzenschutzmitteln



Quelle: Umweltbundesamt 2012I nach Industrieverband Agrar e.V.; Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittel; BMELV, Statist. Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, fortlaufende Jahrgänge

Den größten Teil der 2011 abgesetzten Pflanzenschutzmittel machen Herbizide aus, gefolgt von Fungiziden und Wachstumsreglern (siehe Abb. 33). Dies entsprach der Situation von 1983 (SRU 1985, S. 137).

Abb. 32: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in Deutschland 2011



Anmerkung: inerte Gase bei „sonstige Wirkstoffe“ nicht berücksichtigt

Quelle: eigene Darstellung nach Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2012b, S. 10/24

Es sei darauf hingewiesen, dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln vielfach auch durch pflanzenbauliche Maßnahmen begünstigt wird, so dass „die Gefahr der Verunkrautung heute eher höher ist als früher“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008a, S. 4). So wird der Pflanzenschutzmitteleinsatz erhöht z.B. durch enge Fruchtfolgen (in vielfältigen Fruchtfolgen wechseln die Wachstumsbedingungen der Unkräuter, während sich in engen Fruchtfolgen Schadorganismen anreichern), durch frühe Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung (spät keimende Unkräuter können nicht mechanisch erfasst werden), durch späte Erntetermine (viele Unkräuter erreichen die Samenreife), durch Anbau kurzstrohiger Getreidesorten (geringe Unkrautunterdrückung), ferner durch hohe Lohnkosten (arbeitsaufwendige mechanische Verfahren sind nicht konkurrenzfähig), erosionsfördernde Bodenbearbeitung (Abschwemmung von Pflanzenschutzmitteln), Anbau wenig resistenter Sorten, unsachgemäße Düngung (Schwächung der Pflanzen) (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008a, S. 7f.; BMELV 2010, S. 16f). Aufgrund unterschiedlicher Standort- und Anbaubedingungen werden einzelbetrieblich unterschiedliche Pflanzenschutzstrategien gewählt. Diese werden auch durch die berufliche Qualifikation, die Erfahrungen und die Risikobereitschaft der Landwirte, sowie die Qualität der Beratung beeinflusst (BMELV 2008a, S. 9).

Pflanzenschutzmittel werden auf einem großen Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgebracht. 80% der Pflanzenschutzmittel werden im Ackerbau eingesetzt, außerdem „knapp 20% auf Verkehrs-, Siedlungs- und Freizeitflächen sowie in Haus- und Kleingärten (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008a, S. 1).

Das Pflanzenschutz-Kontrollprogramm schreibt die Vorlage jährlicher Berichte zu den Ergebnissen vor. Der Bericht für das Jahr 2011 fasst die Kontrollen in 2.545 Handelsbetrieben (Verkehrskontrollen) und 5.367 Betrieben des Land- und Gartenbaus sowie der Forstwirtschaft (Anwendungskontrollen) zusammen. Darüber hinaus wurden 70.063 Pflanzenschutzgeräte und 197 Pflanzenschutzmittel hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und physikalischen, chemischen und technischen Eigenschaften überprüft. Folgende Tatbestände wurden beanstandet:

Verkehrskontrollen

20,9% Anbieten von Pflanzenschutzmitteln, deren Zulassung abgelaufen war (2010: 21,2 %)

10,0% Nichtbeachtung der Anzeigepflicht des Verkaufs von Pflanzenschutzmitteln (2010: 13,5%)

4,2% Sachkunde des Verkaufspersonals (2010: 3,8%)

5,8% Unterrichtungspflicht des Verkaufspersonals (2010: 5,9%)

8,4% Nichteinhaltung des Selbstbedienungsverbots der kontrollierten Betriebe (2010: 9 %).

1,6% der kontrollierten Handelsbetriebe lagerten Pflanzenschutzmittel, für die eine Entsorgungspflicht besteht (Pflanzenschutzmittel, die Wirkstoffe enthalten, die EU-weit verboten sind) (2010: 2,1 %).

Anwendungskontrollen

- 1,7 % kein gültiger Sachkundenachweis (2010: 1,6 %); bei 0,1% der daraufhin kontrollierten Schläge wurden die Vorschriften der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung missachtet (2010: 0,6 %)
- 4,5 % der kontrollierten Schläge - Verstöße bzgl. der Einhaltung der Anwendungsgebiete (2010: 4,4 %)
- 5,4 % der kontrollierten Schläge – Nicht-Einhaltung von Anwendungs- oder Bienenschutzbestimmungen (2010: 2,3 %)
- 2,8% der kontrollierten Pflanzenschutzgeräte wurden beanstandet (2010: 3,3 %)
- 6,7% der Pflanzenschutzmittelanwendungen wurden mangelhaft dokumentiert (2010: 9,9 %)
- 5,9% der kontrollierten Betriebe haben die Entsorgungspflicht für Pflanzenschutzmittel, die EU-weit verbotene Wirkstoffe enthalten, nicht beachtet (2010: 34,0 %)
- 5,9% der kontrollierten Schläge – Einsatz von Pflanzenschutzmittel, die in Kernobst nicht zulässig sind, „bis auf einen Fall handelte es sich hierbei um Pflanzenschutzmittel, die in Deutschland zugelassen sind, aber nicht zur Anwendung in Kernobst“ (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2011b: Bericht zu Pflanzenschutzmitteln 2011, S. 1f.)

Zur Bewertung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes wird der Behandlungsindex zur Beschreibung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung berechnet. Er „stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittelanwendungen auf einer betrieblichen Fläche, in einer Kultur oder in einem Betrieb unter Berücksichtigung von reduzierten Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar (BMELV 2008a, S. 23f.). Für die Vegetationsperiode 1999/2000 wurden beispielsweise die in Tab. 9 aufgeführten Behandlungshäufigkeiten berechnet.

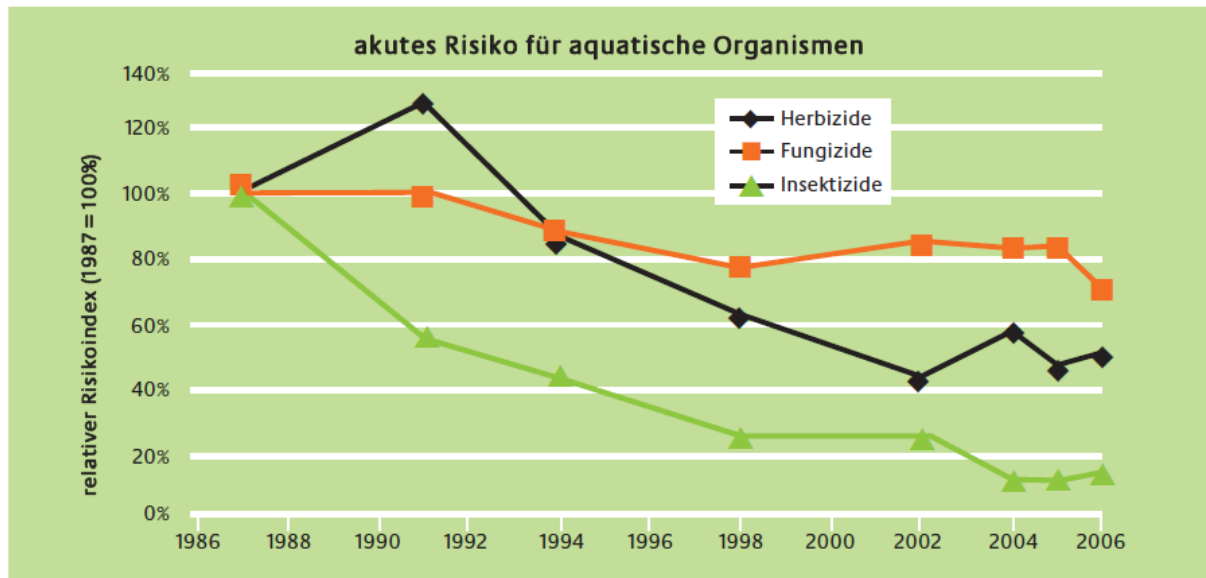
Tab. 9: Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Deutschland

Fruchtart	Anzahl Betriebe	alle Maßnahmen	Fungi-zide	Herbi-zide	Insekti-zide	Wachstums-regler
Hafer	131	1,43	0,12	1,00	0,32	0,33
Kartoffel	120	6,93	5,37	1,64	1,03	0,00
Mais	489	1,16	0,00	1,14	0,02	0,00
Raps	644	3,23	1,26	1,31	1,44	0,31
Sommergerste	320	1,85	0,83	1,09	0,17	0,11
Triticale	319	2,33	0,63	1,10	0,10	1,10
Wintergerste	724	2,49	1,24	1,20	0,11	0,78
Winterroggen	332	2,62	1,13	1,04	0,14	1,08
Winterweizen	790	3,17	1,59	1,36	0,38	1,21
Zuckerrüben	382	3,44	0,15	3,21	0,19	0,00

Quelle: Roßberg, D. et al. 2002, S. 16

Als Indikator zur Bewertung des Risikos von Pflanzenschutzmittelanwendungen - insbesondere für den Naturhaushalt - werden Pflanzenschutz-Risikoindikatoren auf „der Basis computergestützter Modelle, wie z.B. SYNOPS“ berechnet (BMELV 2008a, S. 24) (siehe z.B. Abb. 34).

Abb. 33: Risiko für aquatische Organismen



Quelle: BMELV 2008a, S. 25

5.2.3 Entwicklung des Ökologischen Landbaus

Aufgrund seiner Sonderstellung, auch bezüglich der Diskussion um die Umweltproblematik der Landwirtschaft, wird an dieser Stelle kurz die Entwicklung des ökologischen Landbaus skizziert. Produktions- und Kennzeichnungsbestimmungen für den ökologischen Landbau sind in der Verordnung 834/2007 (EG) festgelegt. Auf Bundesebene werden die Umsetzungsvorschriften im Öko-Landbaugesetz (ÖLG) geregelt. 2011 wirtschafteten 22.506 Betriebe auf 1.015.626 ha nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus (siehe Tab. 10). Die Zahl von Betrieben und bewirtschafteter Fläche nimmt damit kontinuierlich zu, verfehlt jedoch bei weitem das in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt festgelegte Ziel von 20% ökologisch bewirtschafteter Fläche. Bei gleichbleibender Fortsetzung der Zuwachsraten der letzten 20 Jahre würde das 20%-Ziel erst 2066 erreicht werden.

Tab. 10: Betriebe und Flächen des ökologischen Landbaus

	Betriebe		Landw. genutzte Fläche (LF)	
	Zahl	Anteil in %	ha	Anteil in %
1996	7.353	1,3	35.4171	2,1
1998	9.213	1,7	41.6518	2,4
2000	12.740	2,8	54.6023	3,2
2002	15.626	3,6	69.6978	4,1
2004	16.603	4,1	76.7891	4,5
2006	17.557	4,6	82.5539	4,9
2008	19.813	5,3	90.7786	5,4
2010	21.942	7,3	99.0702	5,9
2011*	22.506	7,5	1.015.626	6,1

Quelle: BLE, BMELV (515), * BMELV 2012b, S. 8

Der ökologische Landbau kann mit positiven Umwelt- und Naturschutzeffekten verbunden sein, so mit der Erhaltung und Förderung wildlebender Arten einschließlich ihrer Lebensräume (siehe z.B. Hötter, H. 2004; Rahmann, G. & Piper, W. 2007; Mäder, P. et al. 2002). Er weist i.d.R. vielfältigere Fruchtfolgen auf und erhöht die Bodenfruchtbarkeit sowie die Humusanreicherung der Böden (Mäder, P. et al. 2002), die als CO₂-Senke einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann (Hülsbergen, K.-J. & Küstermann, B. 2007). Durch den Verzicht auf synthetische Pflanzenschutzmittel und mineralische Dünger ist die Gefahr des Austrags von Nähr- und Schadstoffen meist geringer, so dass der ökologische Landbau auch als Maßnahme zur Minderung von Nitratauswaschungen ins Grundwasser eingesetzt wird (Osterburg B, et al. 2007a). Allerdings treten auch im ökologischen Landbau artenarme Flächen auf (Rahmann, G. & van Elsen, T. 2004) und die mechanische Intensität der Flächenbewirtschaftung kann hoch sein. Schließlich sind die auch im ökologischen Landbau stattfindenden Intensivierungs- und Spezialisierungstendenzen teilweise kritisch zu bewerten (SRU 2008, S. 793).

5.3 Ausbau der erneuerbaren Energien

5.3.1 Hintergrund

Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht im Zusammenhang mit dem weltweiten Klimawandel und dem politischen Ziel, den Ausstoß von Treibhausgasen zu begrenzen. In Deutschland wird der Ausbau durch den 2011 beschlossenen Ausstieg aus der Atomkraft zusätzlich verstärkt und auch beschleunigt. In Tab. 11 sind die Ziele und gesetzlichen Grundlagen für den Übergang zu erneuerbaren Energieträgern (EE) in Deutschland dargestellt.

Tab. 11: Übersicht über die EE-Ausbau-Ziele des Bundes bezogen auf das Zieljahr 2020 (Stand: 2010)

Rechtsgrundlage	Quelle im Gesetz	Regelungsbereich	Zielgröße im Jahr 2020
Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien	§ 1 Abs. 2 EEG	EE-Deckungsanteil am Brutto-Stromverbrauch	30 %
Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz	§ 1 Abs. 2 EEWärmeG	EE-Deckungsanteil am Brutto-Endenergieverbrauch Wärme	14 %
Richtlinie des Europäischen Parlamentes zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen	Art. 3 Abs. 1 i.V.M. Anhang 1 der Richtlinie 2009/28/EG	EE-Deckungsanteil am Brutto-Endenergieverbrauch im Verkehrssektor	10%
Bundesimmissionsschutzgesetz	§ 37 Abs. 3a BImSchG	Anteil an Biokraftstoffen am Kraftstoffverbrauch	12%
Gasnetzzugangsverordnung	§ 31 GasNZV	Biomethan im Erdgasnetz	6 Mrd. m³/a

Quelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2011, S. 42

Da der Ausbau der erneuerbaren Energieträger in der Fläche erfolgt (dezentral), sind mit ihm unvermeidbare Wechselwirkungen mit der Landwirtschaft sowie mit den Schutzgütern des Umwelt- und Naturschutzes verbunden. Das folgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die im Zusammenhang mit der Landwirtschaft stehenden Wirkungen. Dabei wird insbesondere auf die Erzeugung von Biomasse und hier wiederum auf die Erzeugung von Biogassubstrat eingegangen. Es kann an dieser Stelle jedoch keine eingehende Bearbeitung des Themas erfolgen.

5.3.2 Definitionen

Unter erneuerbaren (regenerativen) Energien werden diejenigen Energien verstanden, die nicht aus endlichen fossilen Rohstoffen gewonnen werden, sondern durch Sonne, Wind, Wasser, Biomasse oder Geothermie erzeugt werden und damit „erneuerbar“ sind. Sie werden zur Produktion von Strom, Wärme und Kraftstoffe eingesetzt. Schwerpunktmäßig erfolgt bisher folgende Zuweisung der regenerativen Energieträger zu deren Einsatzspektrum als Nutz- oder Endenergien (Tab. 12).

Tab. 12: Energieträger und erzeugte Energieformen

	Strom	Wärme	Treibstoff
Sonne	Photovoltaik Solarthermische Kraftwerke	Solarthermie	
Wind	Windkraftanlagen		
Wasser	Wasserkraftanlagen		
Geothermie	Tiefengeothermie	Oberflächennahe Tiefengeothermie	
Biomasse	Biogas	Biogas direkte Verbrennung	Biosprit

Quelle: eigene Darstellung

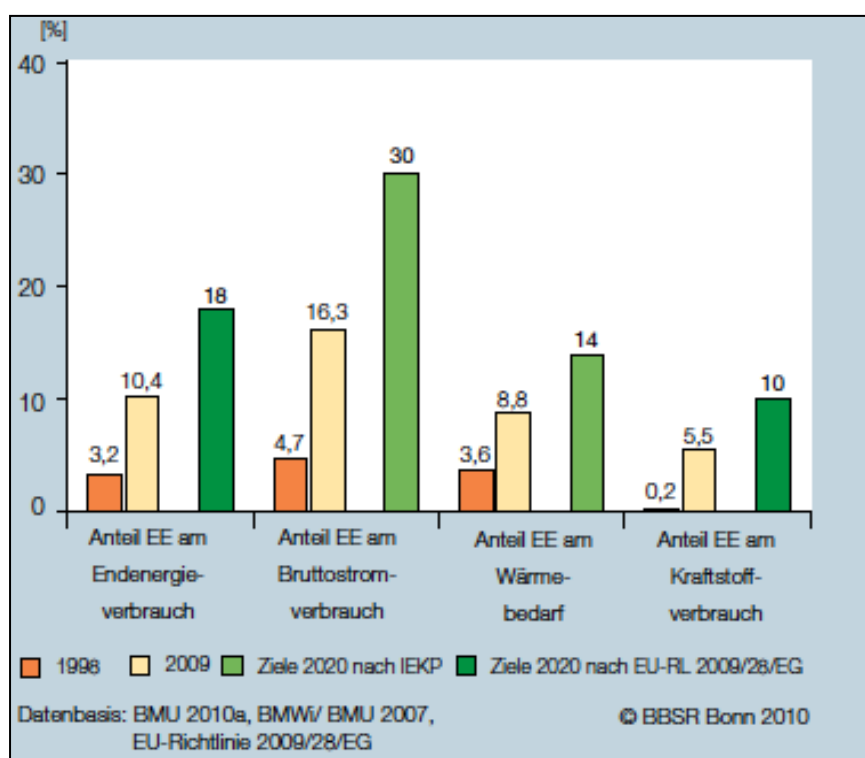
Zwar können alle Energieformen grundsätzlich ineinander überführt werden, doch der dafür erforderlich technische und energetische Aufwand schließt manche Umwandlungen aus, auch weil sie zusätzliche CO₂-Emissionen verursachen können. Die in der Tabelle dargestellten Nutzungen entsprechen den aktuell gängigen Nutzungsformen, wobei insbesondere aufgrund der besseren Speicherefähigkeit intensiv an der Umwandlung von elektrischem Strom in Gas (Power-to-Gas) bzw. der direkten Erzeugung speicherfähiger Gase (z.B. Wasserstoff) gearbeitet wird, die dann sowohl in Wärme umgewandelt werden als auch als Treibstoff direkt Verwendung finden können.

Biomasse umfasst insgesamt alle organischen Stoffe, „die nicht fossilen Ursprungs sind“ (Kaltschmitt et al. 2009 in Jering, A. et al. 2012, S. 11). Im Folgenden wird der Begriff Biomasse nur für denjenigen Teil der Biomasse verwendet, der energetisch und stofflich verwendet wird, umfasst also nicht die Nahrungs- und Futtermittel. Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt außerdem auf energetisch verwendeter Biomasse.

Aktuelle Situation und Szenarien zum Ausbau der erneuerbaren Energieträger

Der Ausbau der erneuerbaren Energieträger hat sich in den letzten Jahren teilweise rasant entwickelt. So hat insbesondere ihr Anteil am Bruttostromverbrauch zwischen 1998 und 2009 von 4,7% auf 16,3% zugenommen (siehe Abb. 35) und lag 2011 schon bei 20,3% (siehe Tab. 13).

Abb. 34: Anteil erneuerbarer Energien 1998 und 2009 und Ausbauziele der Bundesregierung bzw. EU bis 2020 (in %)



Quelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2010, S. 2

Dabei hat sich der Anteil der verschiedenen erneuerbaren Energieträger unterschiedlich stark entwickelt. Besonders stark zugenommen hat der Anteil der Photovoltaik und der Windenergie (siehe Tab. 13).

Tab. 13: Stromerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

	Wasser- kraft	Wind- ener-gie	Bio- masse	biogener Anteil des Abfall	Photo- vol-taik	Geo- ther- mie	Summe Strom- erzeugung	Anteil am Brutto- strom- ver- brauch
	GWh						GWh	%
1990	15.580	71	221	1.213	1	0	17.086	3,1
1991	15.402	100	260	1.211	2	0	16.975	3,1
1992	18.091	275	296	1.262	3	0	19.927	3,7
1993	18.526	600	433	1.203	6	0	20.768	3,9
1994	19.501	909	569	1.306	8	0	22.293	4,2
1995	20.747	1.500	665	1.348	11	0	24.271	4,5
1996	18.340	2.032	759	1.343	16	0	22.490	4,1
1997	18.453	2.966	880	1.397	26	0	23.722	4,3
1998	18.452	4.489	1.642	1.618	32	0	26.233	4,7
1999	20.686	5.528	1.849	1.740	42	0	29.845	5,4
2000	24.867	9.513	2.893	1.844	64	0	39.181	6,8
2001	23.241	10.509	3.348	1.859	76	0	39.033	6,7
2002	23.662	15.786	4.089	1.949	162	0	45.648	7,8
2003	17.722	18.713	6.086	2.161	313	0	44.995	7,5
2004	19.910	25.509	7.960	2.117	556	0,2	56.052	9,2
2005	19.576	27.229	10.978	3.047	1.282	0,2	62.112	10,1
2006	20.042	30.710	14.841	3.844	2.220	0,4	71.657	11,6
2007	21.169	39.712	19.760	4.521	3.075	0,4	88.237	14,3
2008	20.446	40.574	22.872	4.659	4.420	17,6	92.989	15,1
2009	19.036	38.639	25.989	4.352	6.583	18,8	94.618	16,4
2010	20.956	37.793	29.085	4.781	11.729	27,7	104.372	17,1
2011	18.074	48.883	31.920	4.950	19.340	18,8	123.186	20,3

Quelle: BMU 2012a, S. 20

Tab. 14 zeigt, dass Biomasse bei der Bereitstellung von Kraftstoffen und Wärme die entscheidende Rolle spielt.

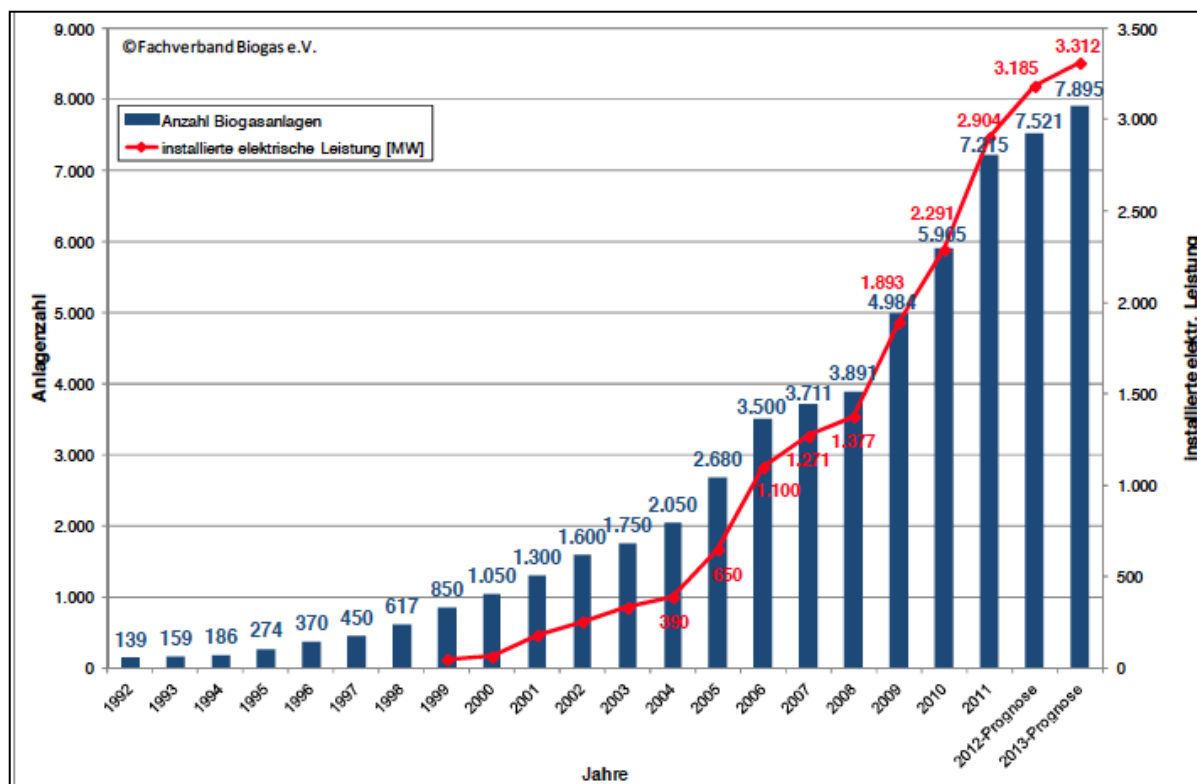
Tab. 14: Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung 2011

		Endenergie 2011	Anteil am Endenergieverbrauch	
		(GWh)	(%)	
Stromerzeugung	Wasserkraft	18.074	Anteil am Stromverbrauch	3,0
	Windenergie	48.883		8,1
	an Land	48.315		8,0
	auf See (offshore)	568		0,09
	Photovoltaik	19.340		3,2
	biogene Festbrennstoffe	11.300		1,9
	biogene flüssig Brennstoffe	1.400		0,2
	Biogas	17.500		2,9
	Klärgas	1.100		0,2
	Deponiegas	620		0,1
	biogener Anteil des Abfalls	4.950		0,8
	Geothermie	19		0,003
	Summe	123.186		20,3
Wärmeerzeugung	biogene Festbrennstoffe (Haushalte)3)	67.500	Anteil am EEV für Wärme	5,2
	biogene Festbrennstoffe (Industrie) 4)	23.600		1,8
	biogene Festbrennstoffe (HW/HKW)4)	6.800		0,5
	biogene flüssige Brennstoffe6)	7.700		0,6
	Biogas	17.000		1,3
	Klärgas7)	1.090		0,08
	Deponiegas	280		0,02
	biogener Anteil des Abfalls 2)	7.600		0,6
	Solarthermie	5.600		4,0
	tiefe Geothermie	307		0,02
	oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme8)	5.990		0,5
	Summe	143.467		11,0
Kraftstoff	Biodiesel	24.920	Kraftstoffverbrauch	4,0
	Pflanzenöl	205		0,03
	Bioethanol	9.091		1,5
	Summe	34.216		5,5
	gesamt	300.869	EEV	12,5

Quelle: BMU 2012a, S. 14

Die Anzahl und installierte Leistung von Biogasanlagen hat sich ebenfalls in den letzten Jahren rasant entwickelt (siehe Abb. 36).

Abb. 35: Entwicklung der Anzahl von Biogasanlagen und der gesamten installierten Leistung in Megawatt (Stand 6/2012)



Quelle: Fachverband Biogas e.V. 2012: Branchenzahlen 2011 und Branchenentwicklung 2012/2013

Wie in Tab. 15 dargestellt, wird ein weiterer Ausbau der erneuerbaren Energieträger angestrebt. Szenarienberechnungen des BMU ergeben, dass eine Bereitstellung von ca. 72% des Endenergieverbrauchs (Stand 2011) durch erneuerbare Energieträger langfristig möglich erscheint.

Tab. 15: Langfristig realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotential erneuerbarer Energien für Strom-, Wärme-, Kraftstofferzeugung in Deutschland

	Endenergie 2011	realisierbare Potenziale		Kommentare
		Ertrag	Leistung	
Stromerzeugung	[TWh]	[TWh/a]	[MW]	
Wasserkraft ¹⁾	18,1	25	5.200	Laufwasser und natürlicher Zufluss zu Speichern
Windenergie ²⁾	48,9			
an Land	48,3	175	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 2.600 h/a
auf See (Offshore)	0,6	280	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 4.000 h/a
Biomasse ³⁾	36,9	60	10.000	Erzeugung teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung
Photovoltaik	19,3	150	165.000 ⁴⁾	nur geeignete Dach-, Fassaden- und Siedlungsflächen
Geothermie	0,02	90	15.000	Bandbreite 66 – 290 TWh je nach Anforderungen an eine Wärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung)
Summe	133,2	780		
Anteil bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2011	20,3 %	128,8 %		
Wärmerzeugung	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse ³⁾	131,6	170		einschließlich Nutzwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung
Geothermie	6,3	300		nur Energiebereitstellung aus hydrothermalen Quellen
Solarthermie	5,6	400		nur geeignete Dach- und Siedlungsflächen
Summe	143,5	870		
Anteil bezogen auf Endenergieverbrauch für Wärme 2011 ⁵⁾	11,0 %	66,6 %		
Kraftstoffe	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse	34,2	90		2,35 Mio. ha Anbaufläche für Energiepflanzen (von insgesamt 4,2 Mio. ha Anbaufläche)
Summe	34,2	90		
Anteil bezogen auf den Kraftstoffverbrauch 2011	5,5 %	14,5 %		
Anteil, bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch 2011	12,5 %	72,1 %		Der prozentuale Anteil des EE-Nutzungspotenzials erhöht sich durch Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, so dass langfristig eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien möglich ist.

Importe von Energieträgern auf der Basis erneuerbarer Energien sind in den Angaben nicht enthalten.	3) einschließlich des biogenen Abfalls
1) ohne Meeresenergie	4) Leistungsangabe bezogen auf die Modulleistung (MW _p), die korrespondierende Wechselstromleistung beträgt ungefähr 150 Gigawatt
2) vorläufige Werte (laufende gutachterliche Untersuchung)	5) Raumwärme, Warmwasser- und sonstige Prozesswärme
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat; Scholz [25]; ZSW [1]; Arbeitsgemeinschaft: WI, DLR, IFEU [76]	

Quelle: BMU 2012a, S. 0 59

In Bezug auf die Erzeugung von Biomasse gehen „Schätzungen (...)“ davon aus, dass mit Erfüllung der bundespolitischen Ziele im Jahr 2020 der energetische Biomasseanbau eine Fläche von ca. 3,7 Mio. ha bzw. 21,9% der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Anspruch nehmen wird“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2010, S. 9). Nitsch und Wenzel nehmen an, dass 1,85 Mio. ha oder 10% der gesamten Acker- und Dauergrünlandfläche für biomassebasierte Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden und weitere 2,35 Mio. ha für die Erzeugung biogener Kraftstoffe. Dies würde einem Flächenumfang von 4,2 Mio. ha bzw. 24,7% der gesamten Fläche entsprechen (Nitsch, J. & Wenzel, B. 2009). Zeddies et al. schätzen das Flächenpotential für den Biomasseanbau in Deutschland bis zum Jahr 2020 auf 3,5 Mio. ha (Zeddies, J. et al. 2010, S. 48). Bezogen auf die Energieerzeugung wird ein technisches Brennstoffpotenzial von

land- und forstwirtschaftlicher Biomasse sowie Reststoffen für 2020 von insgesamt ca. 1,5 bis 1,9 EJ/a berechnet (Thrän, T. et al. 2010).

Bei Abwägung aller Aspekte und Auswirkungen sollte Biomasse langfristig bevorzugt als nachwachsender Rohstoff insbesondere für die chemische und stoffliche Industrie verwendet und ihre energetische Nutzung auf hoch effiziente Energieerzeugungsanlagen beschränkt werden (ForschungsVerbund Erneuerbare Energien 2010, S. 13; WBGU 2008, S. 9).

5.3.3 Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energieträger

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energieträger, die über die Landwirtschaft Folgen für den Natur- und Umweltschutz haben (vgl. DRL 2006). Dabei werden diejenigen Wirkungen, denen keine landwirtschaftlich bedingten Ursachen zugrunde liegen, nicht berücksichtigt (z.B. Kollisions- und Scheuchwirkungen von Windkraftanlagen; siehe hierzu z.B. Hötker, H. et al. 2005; Herden, C. et al. 2009; Reinhardt, G. & Scheurlen, K. 2004). Des Weiteren wird auf das Treibhausgasminderungspotenzial und die mit der Produktion erneuerbarer Energien entstehenden Kosten eingegangen. Es werden folgende Wirkfaktoren betrachtet:

- Flächeninanspruchnahme
- Treibhausgasminderung
- Treibhausgas-Vermeidungskosten
- Verlust naturschutzrelevanter Flächen (u.a. Grünlandumbruch)
- Intensivierung der Nutzung auf den Flächen
- Indirekte Landnutzungsänderungen (iLUC)

Im Folgenden wird ein Schwerpunkt auf die Produktion von biomasse-basierten Energieträgern und hier wiederum auf die Produktion von Biogas gelegt (vgl. KfÖ 2007).

Bei der Flächeninanspruchnahme für den Ausbau der erneuerbaren Energieträger ist zu unterscheiden zwischen den Flächen für die (technischen) Erzeugungsanlagen und der indirekten Flächeninanspruchnahme für die Substratbereitstellung. Als direkte Flächeninanspruchnahme wird in diesem Zusammenhang die Fläche, die als Standort der Erzeugungsanlage (Windkraftanlage, Freiflächen-Photovoltaik-Anlage, Biogasanlage, usw.) sowie für Zufahrtswege und Leitungen benötigt wird, verstanden. Diese Flächen werden durch den Bau der Anlage und der Zufahrtswege versiegelt und der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen.

Tab. 16: Flächenbedarf zur Erzeugung einer Gigawattstunde Strom bzw. Wärme pro Jahr (ha)

Erneuerbare Energie-Option	Flächenbedarf	
	Stromerzeugung (ha je GWhel/a)	Wärmebereitstellung (ha je GWhth/a)
Biomasse-Anbau	98	49
Biomasse-Reststoffe	148	74
Geothermie	18	2
Windenergie	7	-
Photovoltaik	6	-
Wasserkraft	n.b.*	-
Solarthermie	-	3
Umgebungswärme	-	3
Erdwärmesonden	-	11
Abwasserwärme	-	53

*Wert nicht bekannt, da abhängig von lokalen Druck- und Durchflussvorgaben

Quelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2010, S. 9

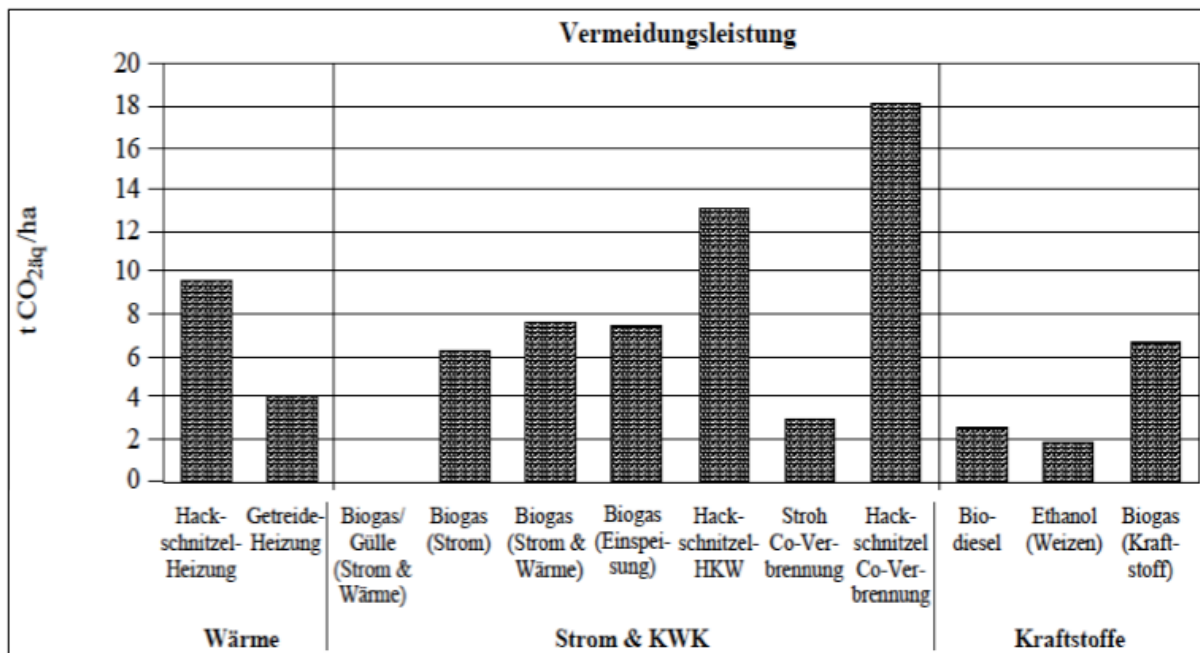
Für Windkraftturbinen werden nur relativ kleine Flächen (Stell- und Zufahrtsflächen) komplett versiegelt. Die restliche Fläche zwischen den Turbinen kann weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden. Anders bei Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen: Hier wird zwar ebenfalls nur ein kleiner Teil der Fläche komplett versiegelt, allerdings werden große Flächen beschattet und die Anlagen eingezäunt. Unter den Solarzellen kann jedoch Grünland gedeihen, das bei entsprechender Aufständigung der Zellen von Schafen beweidet werden kann und damit eine extensive Nutzung erlaubt.

Auch bei Biogasanlagen wird die Anlagenfläche für Fermenter und Silos versiegelt, ebenso wie die Zufahrtswege, die im Gegensatz zu den Zufahrtswegen zu Windkraft- und Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen regelmäßig mit schweren Maschinen befahren werden müssen.

Weitere Flächen sind u.U. für die Trassen der Stromkabel oder Gasleitungen notwendig, die für die Betreiber der Erneuerbare-Energien-Anlagen und die Netzbetreiber zugänglich bleiben müssen. Eine landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen ist i.d.R. jedoch weiterhin möglich. Bodenbelastungen entstehen darüber hinaus während des Bauprozesses der Anlagen, wobei Bodenbewegungen in großem Umfang ebenso wie Bodenverdichtungen stattfinden können. Besonders bei der Errichtung von großen Wind-, Freiflächenphotovoltaik- und Biogasanlagen sind diese Wirkungen zu erwarten.

Eine Studie der Akademie Leopoldina beziffert die Flächeneffizienz von Photovoltaik, Solarthermie und Windturbinen mit einem 10-fach höheren Faktor (W pro m^2) als die pflanzliche Photosynthese, wodurch der „Energy Return in Investment“ (gewonnene Energie geteilt durch investierte fossile Energie) bei Photovoltaik-Modulen ca. 7 beträgt, bei Windturbinen ca. 18, bei Biomasse hingegen meist kleiner als 3 ist (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina 2012, S. 11f.).

Abb. 36: Treibhausgasvermeidungsleistungen ausgewählter Bioenergie-Linien



Quelle: Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik 2007, S. 156

Die Betrachtung der Treibhausgasvermeidungsleistung verschiedener erneuerbarer Energieträger zeigt, dass sich ein besonders hoher Klimaschutzeffekt bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft, fester Biomasse und biogenen Abfallstoffen ergibt (siehe Tab. 17) (BMU 2012a, S. 30). Ein Vergleich biogener Energieträger des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik zeigt, dass die Leistungen zur Vermeidung von Treibhausgasen in Bezug auf die beanspruchte Fläche (ha) bei der Hackschnitzelverbrennung zur Erzeugung von Strom und Wärme besonders hoch sind. In Bezug auf die betrachteten Varianten der Hackschnitzelnutzung ist allerdings anzumerken, dass diese aktuell überwiegend der Forstwirtschaft entstammen, da eine Erzeugung von Hackschnitzeln auf landwirtschaftlichen Flächen (in Kurzumtriebsplantagen, KUP) bisher nur in sehr geringem Umfang stattfindet. Ein direkter Vergleich der Treibhausgasvermeidungsleistung und der entsprechenden Kosten zwischen Biomasse aus landwirtschaftlicher und Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion ist daher nur eingeschränkt möglich. Insbesondere durch die zunehmende Nachfrage nach Holz wird die Bedeutung von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen aber zukünftig sicher an Bedeutung gewinnen.

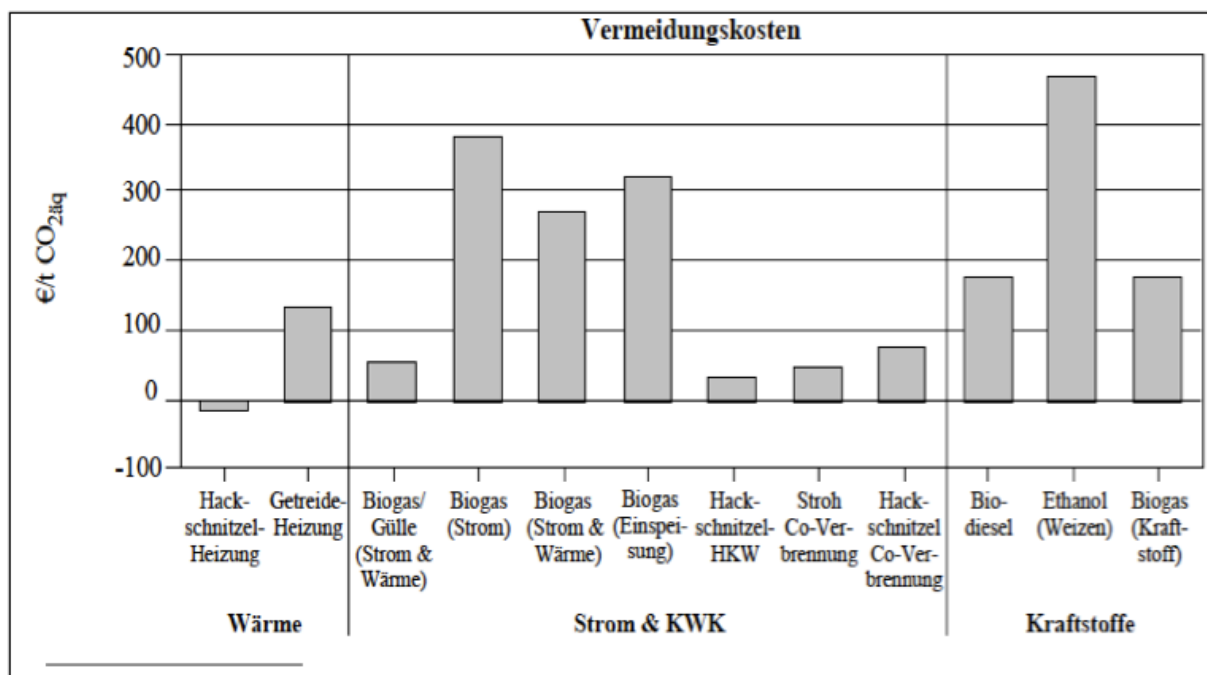
Tab. 17: THG-Vermeidungsfaktoren der erneuerbaren Stromerzeugung 2011

Strom	Vermeidungsfaktor (g CO ₂ -Äqu./kWh)
Wasserkraft	779
Windenergie	721
Photovoltaik	664
biogene Festbrennstoffe	765
biogene flüssige Brennstoffe	586
Biogas	549
Klärgas	732
Deponiegas	732
biogener Anteil des Abfalls	760
Geothermie	472

Quelle: BMU 2012a, S. 30

Werden als weiteres Kriterium die Treibhausgas-Vermeidungskosten (als CO₂ – Äquivalente) betrachtet, so zeigt sich für den Biomasse-Bereich, dass die Verbrennung von Hackschnitzeln zur Erzeugung von Wärme und/oder Strom die geringsten Vermeidungskosten aufweist, wobei nochmals darauf hinzuweisen ist, dass es sich aktuell um Hackschnitzel aus forstlicher Erzeugung handelt. Die Erzeugung von Ethanol (aus Weizen) sowie die Biogaserzeugung aus Mais sind hingegen mit relativ hohen Vermeidungskosten verbunden.

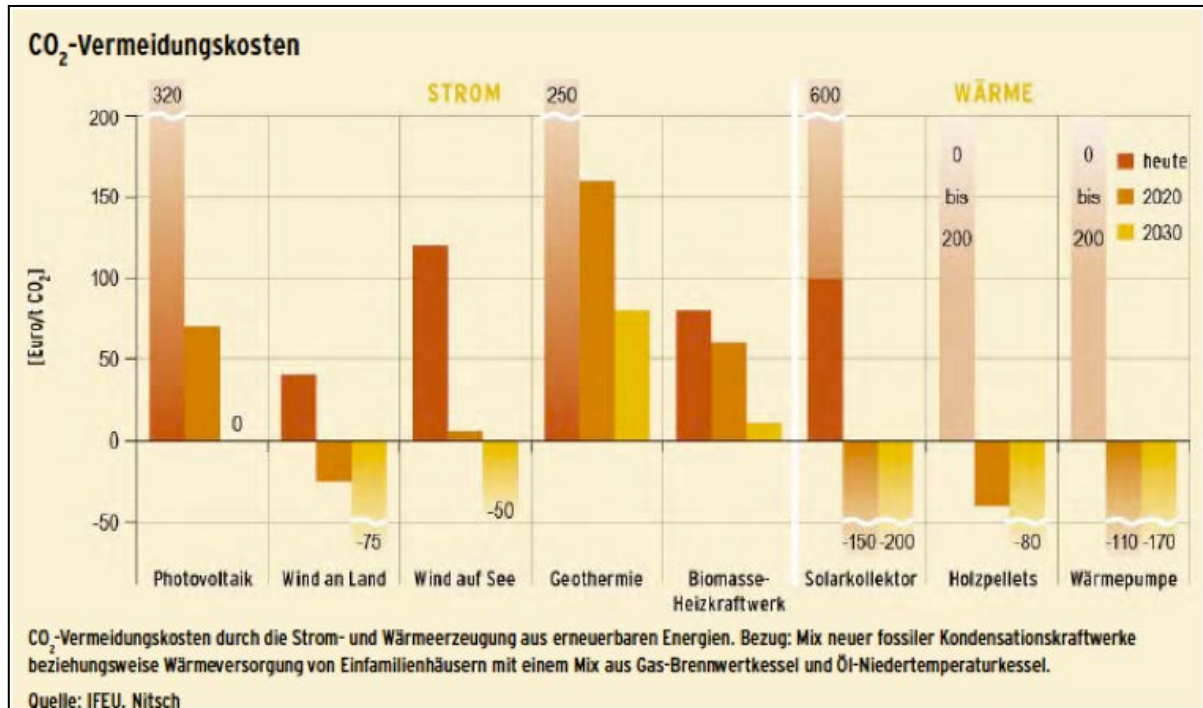
Abb. 37: Treibhausgasvermeidungskosten ausgewählter Bioenergie-Linie



Quelle: Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik 2007, S. 154

Ein Vergleich zwischen den erneuerbaren Energieträgern zeigt die aktuell geringen CO₂-Vermeidungskosten von Biomasseheizkraftwerken, aber auch das große Potenzial der anderen erneuerbaren Energieträger zur Kostenreduktion (siehe Abb. 39).

Abb. 38: CO₂-Vermeidungskosten verschiedener erneuerbarer Energieträger



Quelle: BMU 2011a, S. 26

Daneben ist für die Produktion von biomasse-basierten Energieträgern auf Agrarflächen die regelmäßige – meist jährliche – Produktion von Biomasse notwendig. Hierfür entstehen (zusätzliche) Ansprüche an die landwirtschaftliche Fläche. So werden aktuell (Stand 2012) 2.526.000 ha für den Anbau von Biomasse, davon 2.124.500 ha für den Anbau von Energiepflanzen genutzt. Dies entspricht ca. 18% der gesamten Ackerfläche.

Tab. 18: Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

(in ha)	2008	2009	2011	2012*
Industriepflanzen				
Industriestärke	140.000	130.000	160.000	245.000
Industriezucker	22.000	22.000	10.000	12.000
Technisches Rapsöl	120.000	120.000	120.000	120.000
Technisches Sonnenblumenöl	8.500	8.500	8.500	8.500
Technisches Leinöl	2.500	2.500	2.500	2.500
Pflanzenfasern	1.000	1.000	500	500
Arzneien und Farbstoffe	10.000	10.000	10.000	13.000
insgesamt	304.000	294.000	311.500	401.500
Energiepflanzen				
Raps für Biodiesel/Rapsöl	915.000	942.000	910.000	913.000
Zucker und Stärke für Bioethanol	187.000	226.000	240.000	243.000
Pflanzen für Biogas	500.000	530.000	900.000	962.000
Kurzumtriebsplantagen	2.000	3.500	6.000	6.500
insgesamt	1.604.000	1.701.500	2.056.000	2.124.500
Anbau nachw. Rohstoffe gesamt	1.908.000	1.995.500	2.367.500	2.526.000

Quelle: eigene Zusammenstellung nach Daten der FNR 2011

* vorläufige Schätzung

Tab. 18 zeigt, dass der Anstieg der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in den letzten Jahren vor allem durch die Ausdehnung des Anbaus von Pflanzen für Biogas bedingt ist. Die Nutzung dieser Flächen wird zwar – meist jährlich – neu entschieden, allerdings ist es aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten aktuell meist sinnvoll und lohnend, Substrat für die Biogasanlage zu erzeugen und damit Energie zu produzieren.

Die Produktion dieser Biomasse ist dabei aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes nicht per se negativer zu beurteilen als eine andere intensive Form der Landbewirtschaftung. Es können sich jedoch „die bekannten Probleme der intensiven Landnutzung für Biodiversität, Gewässer und drohende langfristige Bodendegradation mit dem zunehmenden Anbau von energetisch verwertbaren Pflanzen potenzieren“ (Ekardt, F. 2012). Angelastet wird dem Biomasseanbau z.B.

- Verengung der Fruchtfolgen,
- Zunahme des Anteils „wirkintensiver Kulturen“ innerhalb der Fruchtfolgen (insbes. Mais)
- (Wieder-) Inkulturnahme von Brachen oder Grenzertrags- und Stilllegungsflächen
- Umwandlung von Grünland in Acker

- Intensivierung der Grünlandnutzung
- Forcierung des Anbaus gentechnisch veränderter Kulturpflanzen
- Vorgezogene Erntetermine
- Zunahme des Anteils von Kulturen mit großem Wasserbedarf (Peters, W. et al. 2008, S. 12ff.)

Der SRU benennt 2007 die in Tab. 19 dargestellten Wirkungen des Biomasseanbaus.

Tab. 19: Mit bestimmten Formen der Biomassegewinnung einhergehende Belastungen und Auswirkungen auf Schutzgüter des Naturhaushaltes

Belastungen (insbes. bei Ausweitung der Anbaufläche von Raps, Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln)	Betroffene Schutzgüter des Naturhaushaltes
Erhöhte Verwendung von Düngemitteln	Eintrag von Nährstoffen in Böden, Grund- und Oberflächengewässer und die Luft mit der Folge einer Eutrophierung von Biotopen, Versauerung der Böden; erhöhte Emissionen von Lachgas und Methan.
Erhöhte Verwendung von Pestiziden bzw. Ausweitung des Anbaus PSM- intensiver Kulturen	Einträge von Wirkstoffen und Metaboliten in Boden, Gewässer und Luft mit der Folge einer verstärkten Beeinträchtigung sensibler Lebensgemeinschaften und der Nutzbarkeit von Grund- und Oberflächengewässern.
Landnutzungsänderungen bzw. Umwandlung von Flächen (z. B. Grünlandumbruch durch erhöhte Nachfrage nach Ackerland)	Verlust und Zerstörung von THG-Senken, z. B. durch den Umbruch von Grünland oder den Anbau auf sensiblen Böden; Verlust von Funktionen des Naturhaushaltes durch erhöhte Erosion und schnellen Wasserabfluss; Verlust von Lebensräumen und dadurch Gefährdung von Arten und Lebensgemeinschaften; Veränderung des Landschaftsbildes mit Einschränkung der Erholungsfunktion; Anbau in sensiblen Gebieten (NATURA 2000, Naturschutz-/Landschaftsschutz-, Wasserschutzgebiete); Verlust von Saumbiotopen und Strukturelementen, Schlagvergrößerung.
Verengte bzw. vereinheitlichte Fruchtfolgen	Abnahme der Sortenvielfalt und traditioneller Sorten; Trend zur Monokultur; Veränderung des Landschaftsbildes; Verlust von Lebensräumen.
Anbau wasserzehrender Kulturen an trockenen Standorten (z. B. durch intensiv betriebene Kurzumtriebsplantagen)	Senkung der Wasserverfügbarkeit; Veränderung des Grundwasserspiegels; Verringerung der Grundwasserneubildungsrate; Notwendigkeit der Bewässerung (insbesondere auf durchlässigen Böden).
Entnahme organischen Materials inklusive Reststoffe (Stroh, Laub, Totholz)	Humuszehrung und negative Humusbilanz; Versauerung; schneller Wasserabfluss; Habitatverlust (insbesondere bei Tot- und Restholzentnahme im Wald); Beeinträchtigung von THG-Senken.
Verwendung gentechnisch veränderter Organismen	Derzeit nur auf Versuchsflächen; Gefahr der Ausbreitung gentechnisch veränderten Materials in Böden, Organismen und Pflanzenpopulationen.

Quelle: SRU 2007, S. 50f.

In den letzten Jahren wurden sowohl Grünland umgebrochen als auch Brachflächen (wieder) in Kultur genommen (siehe Kapitel 5.2.2), die damit dem Umwelt- und Naturschutz verloren gingen. Diese Entwicklung steht in engem Zusammenhang mit dem Anbau von Energiepflanzen (Schmid, H. & Hülsbergen, H.-J. 2010). So ist auf umgebrochenem Grünland Mais die wichtigste Ackerkultur (Nitsch, H. et. al 2010, S. 5). Grünland erbringt jedoch eine Reihe wichtiger Naturschutz- und Umweltleistungen und

speichert insbesondere große Mengen CO₂. Wird Grünland für den Maisanbau umgebrochen (oder in den Tropen Regenwald für die Palmölproduktion gerodet), „so kann die CO₂-Freisetzung durch die Mineralisation organischer Bodensubstanz die mögliche CO₂-Bindung von Energiepflanzen für Jahrzehnte übertreffen“ (Righelato & Spracklen 2007 und Searchinger et al. 2007 in Schmid, H. & Hülsbergen, H.-J. 2010; Rettenmaier, N. 2011). Daher haben Landnutzungsänderungen als Folge des Energiepflanzenanbaus „einen relevanten Einfluss auf die Höhe der Treibhausgasvermeidung“ (BMU 2011a, S. 6). Auch die Wiederbewirtschaftung von Stilllegungsflächen ist regional klar auf das EEG zurückzuführen (Rettenmaier, N. 2011)

In Bezug auf die Intensivierung der Flächennutzung wird besonders der Anbau von Mais als „intensiv auf den Standort wirkende Kultur“ (Peters, W. et al. 2008, S. 33) negativ bewertet. Maisanbau wird u.a. für Erosion und Humusabbau verantwortlich gemacht und verschlechtert die Habitatqualitäten besonders für Vögel (Herden, C. et al. 2012). In den letzten Jahren wurde aber gerade der Maisanbau verstärkt ausgedehnt. Überwiegend wird Mais zur Kofermentation mit Gülle verwendet (Rode, M. et al. 2005, S. 129) und in „mehr als 90% aller Biogasanlagen in Deutschland wird Mais als Substrat eingesetzt.“ (Schmid, H. & Hülsbergen, H.-J. 2010). Auch die in einigen Regionen beobachtete Einengung von Fruchtfolgen steht im Zusammenhang mit dem bevorzugten Anbau von Mais (Peters, W. et al. 2008, S. 26). So wurde in 35 von 50 Gemeinden Nordfrieslands der ökologisch maximal vertretbare Anteil von 33% Mais in der dreigliedrigen Fruchtfolge zum Teil weit überschritten (Herden, C. et al. 2012), und in manchen Landkreisen übersteigt der Maisanbau bereits 50% der Ackerfläche (Deutsches Maiskomitee 2010 in Jessel, B. & Moorfeld, M. 2012).

Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit dem Maisanbau ist „die Entsorgung von überschüssiger Gülle aus der Viehhaltung“ auf Maisäckern, da Mais „wesentlich höhere Stickstoffgaben als er für seine optimale Düngung bräuchte“ verträgt. Hinzu kommt die Gefahr, dass Gärreste aus der Biogaserzeugung in ähnlicher Weise auf nahe gelegene Maisäcker entsorgt werden, „mit erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf Oberflächengewässer und Grundwasser“ (Peters, W. et al. 2008, S. 27).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Wirkungen verschiedener Energiepflanzen auf ausgewählte Faktoren der Bodenqualität. Es zeigt sich, dass insbesondere Mais, aber auch der Anbau von Zuckerrüben und Kartoffeln zur Energiegewinnung stark negativ bewertet werden.

Tab. 20: Bewertung der Auswertungen des Anbaus von Biomasse auf die Bodenqualität

	Erosion	Schadverdichtungen	Eutrophierung	Belastung mit PSM	Humusbilanz	Weitere Wirkungen
Raps	2-3	2	3 (hoher Stickstoffbedarf)	4 (Anfällig für Krankheiten und Schädlinge)	+	Gute Vorfruchtwirkung – intensive Durchwurzelung, Beschattung Günstige Wirkung auf Bodenfruchtbarkeit
Mais	4 (Boden lange unbedeckt)	3	4 (hoher Stickstoffbedarf – geringe Stickstoffaufnahme durch Jungpflanzen)	3 (hoher Herbizideinsatz – geringe Ackerbegleitflora)	-/+	
Getreide	2	2	2	3 (hoher PSM-Einsatz (hoher Getreideanteil in der Fruchtfolge))	+	Geringes Erosionsrisiko – lange Bodenbedeckung Gute Nährstoffausnutzung
Sonnenblume	3 (Boden lange unbedeckt)	2	2	2	+	Hoher Vorfruchtwert – intensive Durchwurzelung
Zuckerrübe	4 (später Bestandschluss, große Reihenabstände)	4 (schwere Maschinen, später Erntetermin)	3 (hoher Düngbedarf)	4 (Pilzbefall-gefährdet)	- (hacken)	

Kartoffel	4 (hohe Reihenabstände, Boden lange unbedeckt)	4	3	4 (hoher Krankheitsdruck)	- (häufige Bodenbearbeitung)	Hoher Vorfruchtwert
Miscanthus Brennmaterial	2 (hohe Erosionsanfälligkeit zu Beginn der Bestandsetablierung, geringe Erosionsanfälligkeit in späteren Stadien)	2	2 Keine Nitratauswaschung – Rhizomtätigkeit	2 PSM-Einsatz im Pflanzjahr, kein PSM- Einsatz in späteren Stadien	+	
Kurzumtriebs-plantagen	1 Hohe Erosionsanfälligkeit zu Beginn der Bestandsetablierung, Geringe Erosionsanfälligkeit in späteren Stadien	1	1	1 PSM-Einsatz im Pflanzjahr, kein PSM- Einsatz in späteren Stadien	+	

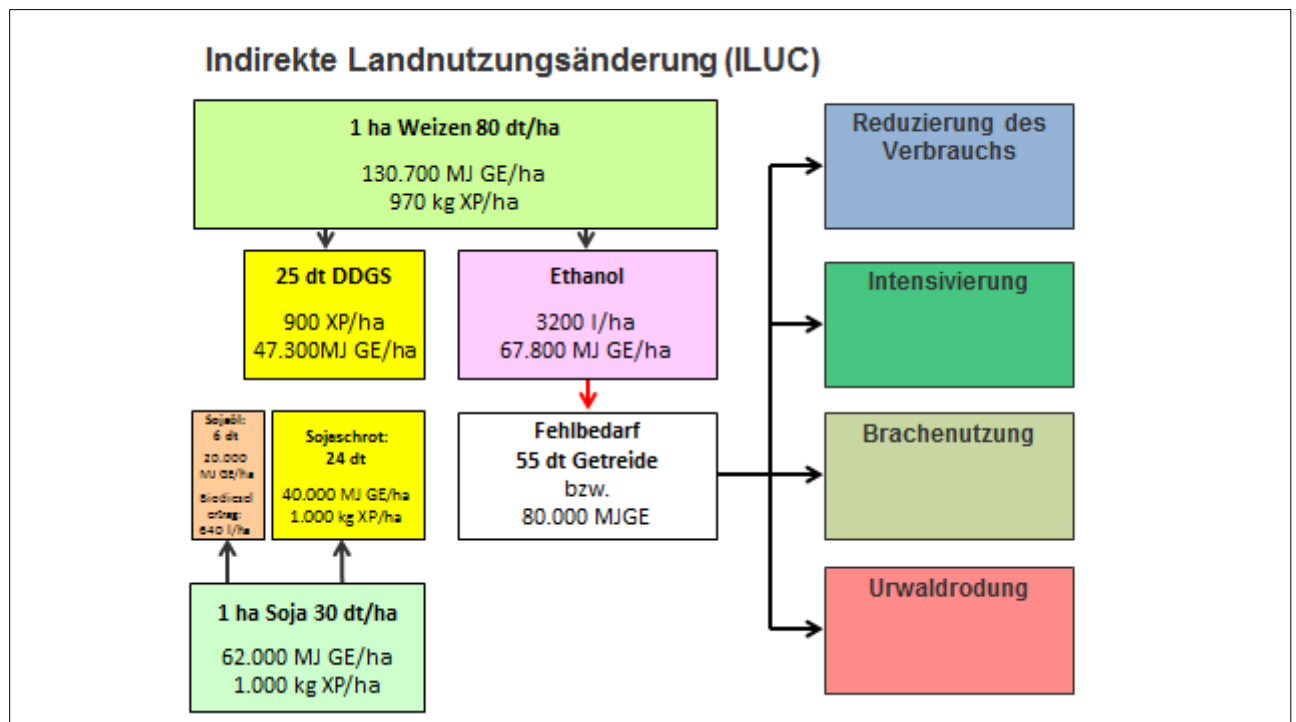
Quelle: Zusammenstellung nach Schlegel, S. et al. 2005: Bodenschutz und nachwachsende Rohstoffe. Berlin. S. 79, 55ff.

Bewertung der Bodenbeeinträchtigung: 1: sehr gering; 2: gering; 3: mittel; 4: hoch

Bewertung der Humusbilanz: +: positiver Effekt; -: negativer Effekt

Im Zusammenhang mit der Erzeugung von Biomasse für die Energiegewinnung wird vor allem auch das Auftreten indirekter Landnutzungsänderungen (iLUC) diskutiert. Durch die Ausdehnung der Produktion von Biomasse für „wachsende Sektoren (z.B. Bioenergie)“ entstehen Konkurrenzen mit der Produktion von Biomasse für Nahrungs- und Futtermittel um den Faktor Boden (Jering, A. et al. 2012, S. 45). Die „zusätzliche“ Biomasseproduktion kann entweder durch die Intensitätssteigerung auf vorhanden landwirtschaftlichen Nutzflächen realisiert werden (siehe oben) oder durch Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf bisher nicht oder nicht mehr (Brache) genutzte Flächen (siehe Abb. 40, 55 dt Getreide müssen zusätzlich produziert werden).

Abb. 39: Indirekte Landnutzungsänderung



Quelle: eigene Darstellung

DDGS: Dried Distillers Grains with Solubles = Trockenschlempe als Nebenprodukt der Bioethanol-Herstellung

Ist diese Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit Abholzungen (z.B. Regenwald) oder Grünlandumbruch verbunden, sind dadurch Wirkungen auf die Umwelt- und Naturschutzgüter zu erwarten, und insbesondere werden dadurch auch Treibhausgase freigesetzt. Werden diese Treibhausgaswirkungen der Produktion von Energie aus Biomasse angelastet, sinken deren positive Treibhausgasbilanzen bzw. werden sogar negativ. Dies gilt für alle biomassebasierten erneuerbaren Energien, wird aber aktuell vor allem im Zusammenhang mit der Biospritproduktion diskutiert. Da die Produktion von Biomasse für energetische Zwecke mit dem Klimaschutz begründet wird, ist ein Beitrag zu diesem auch sicherzustellen (Fritsche, U. et al. 2010, S. 12).

Die EU hat daher für die Bereiche flüssiger Biomasse zur Kraftstoff- und Stromerzeugung Richtlinien zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsanforderungen formuliert. Diese sind in Deutschland auf Bundesebene durch die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung - BioSt-NachV) und die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung

(Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen – Biokraft-NachV) umgesetzt. Diese Verordnungen schreiben die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien vor:

- Schutz natürlicher Lebensräume
- nachhaltige landwirtschaftliche Bewirtschaftung
- Schutz von Flächen mit hohem Naturschutzwert
- Schutz von Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand
- Schutz von Torfmoor
- Nachhaltige landwirtschaftliche Bewirtschaftung
- Treibhausgas-Minderungspotential

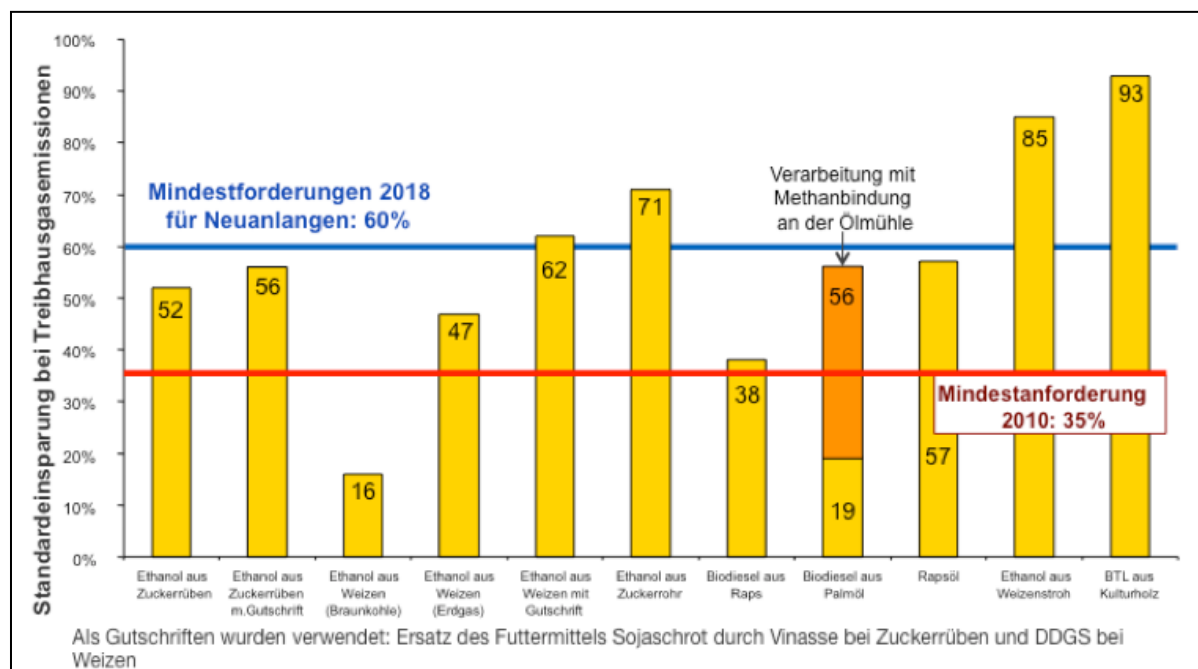
Allerdings können auch diese Verordnungen indirekte Landnutzungsänderungen nicht verhindern, wenn die Biomasse-Produktion auf vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzflächen durchgeführt wird und damit die vorgeschriebenen Kriterien eingehalten werden, die Nahrungs- und Futtermittelproduktion aber auf die Flächen ausweicht, deren Schutz angestrebt wird. Dies kann nur geschehen, wenn die Effekte indirekter Landnutzungsänderungen berücksichtigt werden. Dies kann über den von Fritsche et al. entwickelten iLUC-Faktor geschehen (Fritsche, U. et al. 2010).

Die EU-Kommission hat daher für den Bereich der Biokraftstoffe und flüssigen Biobrennstoffe im Rahmen der Erneuerbare Energien-Richtlinie Nachhaltigkeitskriterien festgeschrieben und entsprechende Zertifizierungssysteme und -institutionen akkreditiert. Die Richtlinie fordert für Neuanlagen (ab Juli 2014) eine Minderung der Treibhausgase von mindestens 60% für die hergestellten Biokraftstoffe. Für Anlagen, die vor diesem Datum in Betrieb gegangen sind, ist schon heute bis 2017 eine Treibhausgaseinsparung von 35% zu realisieren, nach diesem Datum wird der Wert 50% betragen.

Abb. 41 zeigt, dass eine Reihe von Verfahren zur Biokraftstoffgewinnung den ab 2014 einzuhaltenden Wert von 60% Treibhausgasminderung nicht erreicht. Lediglich BtL-Verfahren (Biomasse to Liquid = Biomasseverflüssigung), Ethanol-Gewinnung aus Weizenstroh und Zuckerrüben sowie die Ethanolgewinnung aus Weizen bei Berücksichtigung von Gutschriften können den geforderten Treibhausgasminderungswert einhalten.

Entsprechend hohe Minderungsziele des Treibhausgasausstoßes sind jedoch bisher nur für Biokraftstoffe in der Diskussion. Damit besteht die Gefahr, dass insbesondere Biomasse für die Kraftstoffproduktion auf Flächen erzeugt wird, welche die Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen. Indirekte Landnutzungsänderungen können dadurch nicht verhindert werden. Lösungsansätze wären die Anrechnung von indirekten Landnutzungsänderungen auf alle Flächen der energetischen Biomasseproduktion, sowie Mechanismen zum Anreiz von Waldschutzmaßnahmen (REDD – Reducing Emissions from Deforestation and Degradation).

Abb. 40: Zukünftige Mindestanforderungen und Standardeinsparung bei Treibhausgasemissionen



Quelle: eigene Darstellung nach Europäische Kommission 2008

5.3.4 Zusammenfassende Bewertung

Der Ausbau der erneuerbaren Energieträger ist politisch festgelegt und kann zum Klimaschutz und zur Versorgungssicherheit beitragen. Im vorliegenden Gutachten werden insbesondere Aspekte des Ausbaus betrachtet, die über die Landwirtschaft Auswirkungen auf den Natur- und Umweltschutz hervorrufen. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die biomasse-basierten Energieträger und hier wiederum auf die Erzeugung von Biogas gelegt. Diese hat in den letzten Jahren einen starken Anstieg des Maisanbaus bedingt, der mit einer Reihe negativer Wirkungen auf Natur und Umwelt verbunden ist und daher viel diskutiert wird. Dabei sind die Wirkungen des Maisanbaus für die Biogaserzeugung nicht per se negativer zu beurteilen, als die des Maisanbaus für „konventionelle“ Zwecke.

Allerdings hat sich der Anbau von Energie-Mais durch die EEG-Förderung als ökonomisch vorteilhaft gegenüber anderen Kulturen erwiesen, was seine schon erwähnte starke Ausdehnung sehr begünstigt hat (Peters, W. et al. 2008, S. 26) mit der Folge, dass die ökologischen Mindestanforderungen einer guten fachlichen Praxis teilweise überschritten werden. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Maisanbaus bedingt des Weiteren, dass der Anreiz zur Durchführung von Natur- und Umweltschutzmaßnahmen (z.B. im Rahmen von Agrarumweltprogrammen) weiter abnimmt (Rettenmaier, N. 2011), ebenso wie für extensive Nutzungsformen wie z.B. den ökologischen Landbau. Ursächlich hierfür sind auch die positiven Wirkungen des Anbaus von Biomasse auf die Pachtpreise (Breustedt, G. & Habermann, H. 2010).

Insgesamt kann die „Nachfrage nach Biomasse zur Energiebereitstellung in Deutschland und Europa (...) schon heute nicht mehr aus heimischen Quellen gedeckt werden, der globale Handel mit biogenen Rohstoffen und verarbeiteten Bioenergieträgern nimmt zu (Pellets, Rapsöl, Biodiesel)“ (Fritsche, U.R. & Wiegmann, K. 2008, S. 2) und wird weltweit

zu umfangreichen Landnutzungsänderungen beitragen. In Deutschland trägt der Ausbau der erneuerbaren Energien zu einem Wandel der Kulturlandschaft bei, der „in den letzten 15-20 Jahren in einigen ländlichen Regionen Norddeutschlands (...) in Ausmaß und Geschwindigkeit beispiellos ist“ (Herden, C. et al. 2012). Aufgrund seiner Auswirkungen auf die Landwirtschaft wird das EEG vielfach schon als 3. Säule der Agrarpolitik bezeichnet – wobei seine Wirkungen aufgrund der Höhe und der zeitlichen Garantie der Einspeisevergütung regional wesentlich ausgeprägter sein können als diejenigen der GAP.

Es ist demnach zu klären, welche Formen erneuerbarer Energieträger, mit welchen Umwelt- und Naturschutzwirkungen, Vermeidungspotentialen und Vermeidungskosten bevorzugt ausgebaut werden sollen. Dabei ist in Bezug auf die Biomassenutzung zu berücksichtigen, dass „nur die Verwendung von Feldpflanzen als Bioenergie (...) mit der Verwendung als Nahrungsmittel und Tierfutter“ konkurriert und des Weiteren von „den alternativen Energietechnologien (...) am wenigsten zur Reduktion von THG-Emissionen“ beiträgt, dabei jedoch den „finanziell (...) höchsten Preis je eingesparter Tonne CO₂“ aufweist (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina 2012, S.12).

In der aktuellen Nutzung werden außerdem Vorteile von biomassebasierten Energieträgern gegenüber der Erzeugung von Strom aus Sonne, Wasser und Wind nicht (vollständig) ausgenutzt. So hat Biomasse den Vorteil guter Speicherfähigkeit, der aber bei der zeitgleichen Verbrennung von Biogas nicht beachtet wird. Ferner können durch Biomassenutzung Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt werden; doch verfügen immer noch nicht alle Biogas-Anlagen über Konzepte oder Techniken zur sinnvollen Nutzung der Wärme, die daher weiter zu optimieren ist. Letztendlich ist als Vorteil der Biogaserzeugung auch anzusehen, dass vielfältige organische Substrate eingesetzt werden können, die entweder nicht in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelerzeugung stehen (Abfallstoffe) oder deren Erzeugung positive Effekte für den Umwelt- und Naturschutz erwarten lassen (Nutzung von Landschaftspflegematerial, Blühmischungen). So empfahl der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik schon 2007, „die Erzeugung von Bioenergie (a) in wärmegeführten KWK-Anlagen bzw. Heizanlagen auf Basis von Hackschnitzeln sowie (b) auf Basis von Biogas aus Gülle und Reststoffen in den Mittelpunkt der deutschen Bioenergie-Politik zu stellen“ (Wiss. Beirat für Agrarpolitik 2007). Des Weiteren sah er die Notwendigkeit, die Beimischungsziele für Biokraftstoffe zurückzunehmen. In seinem Gutachten von 2011 forderte der Beirat zudem wiederholt die Senkung des NaWaRo-Bonus des EEGs und die Anhebung des Güllebonus (Wiss. Beirat für Agrarpolitik 2011), wobei darauf hinzuweisen ist, dass insbesondere die Kopplung des Gülle-Bonus an den NaWaRo-Bonus in der Vergangenheit dazu führte, dass der Einsatz von NaWaRo weiter anstieg und nur die geforderte Mindestmenge an Gülle eingesetzt wurde (KLU 2013, S. 7). Für die Verbesserung der Umwelt- und Naturschutzwirkungen auch von Bestandsanlagen hat die Kommission Landwirtschaft beim Umweltbundesamt 2013 weitere Vorschläge gemacht (KLU 2013)

Kapitel 6 Entwicklung der Umweltproblematik seit 1985

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über die Umweltprobleme der Landwirtschaft, d.h. deren negative Wirkungen auf die Schutzgüter des Natur- und Umweltschutzes. Dabei wird die aktuelle Gefährdungssituation und deren Entwicklung im Vergleich zu 1985 dargestellt. Abschließend wird eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung vorgenommen. Die Kapitel gliedern sich in allgemeine Begriffsbestimmungen, die Beschreibung des allgemeinen Belastungszustandes der Schutzgüter, die Darstellung der landwirtschaftlich bedingten Umweltprobleme sowie deren Entwicklung in der Vergangenheit und eine zusammenfassende Bewertung.

6.1 Biodiversität

6.1.1 Begriffsbestimmung

Biologische Vielfalt oder Biodiversität bezeichnet laut der Internationalen Biodiversitätskonvention von 1992 „the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part: this includes diversity within species, between species and of ecosystems (Article 2. Use of Terms). Biodiversität umfasst damit sowohl die Diversität der Arten, der genetischen Informationen als auch der Biotope.

Der Begriff Biologische Vielfalt oder Biodiversität wurde 1985 vom SRU noch nicht verwendet, er wurde zur gleichen Zeit erst in den USA definiert (Farnham T.J. 2007, S.4). Die vom SRU angesprochene Thematik des Arten- und Biotopschutzes und die Forderung nach Sicherung und Wiederherstellung naturbetonter Biotope entspricht aber den Zielen, die heute im Zusammenhang mit dem Schutz der Biologischen Vielfalt bzw. Biodiversität beschrieben werden.

Der Begriff Agrobiodiversität umfasst Kulturpflanzen und Nutztierassen, aber auch die Vielfalt der Agrarökosysteme (Äcker, Wiesen, Weiden, Sonderkulturen) mit ihren Anbauweisen und -arten, sowie Fruchtfolgen, in ihrer räumlichen Anordnung, einschließend der darin vorkommenden Wildpflanzen und -tiere (BfN 2012a).

Bzgl. der Artenvielfalt sind besonders folgende Parameter relevant: Anzahl der Individuen jeder Art, Anzahl der Vorkommen, Populationsgrößen, Reproduktion, Artenspektrum, Anteil nicht einheimischer Arten, Artenrückgang, Verlust artenreicher Flächen (Arten- und Biotopgefährdung), Populationsgenetik.

Im Millennium Ecosystem Assessment werden fünf Hauptursachen für den Rückgang der Biodiversität genannt (MEA 2005, S.8), und zwar

1. die Veränderung von Lebensräumen bzw. Habitaten;
2. der Klimawandel;
3. eingeschleppte und gebietsfremde Arten;
4. die Übernutzung (z.B. Überfischung) und
5. die Umweltverschmutzung inkl. Überdüngung

6.1.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Weltweit sind 1,7 bis 2 Mio. Arten (Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen) beschrieben, allerdings wird die Artenzahl mit 5 bis 30 Mio. Arten wesentlich höher geschätzt (MEA 2005, S. 19). Von den beschriebenen Arten sind ca. 12 % bis 15 % vom Aussterben bedroht, wobei jedoch nur 10% der bekannten Arten hinsichtlich ihres Gefährdungszustandes bewertet sind (MEA 2005, S. 44). Die Populationsdichte von ca. 3.000 wildlebenden Arten ist zwischen 1970 und 2000 um rund 40% zurückgegangen (BfN 2007, S.36). Zur Zeit sind global gesehen ca. ein Viertel der Pflanzenarten vom Aussterben bedroht, der Zustand vieler Lebensräume hat sich verschlechtert und im Zeitraum von 1970 bis 2006 haben die Wirbeltierpopulationen um fast ein Viertel abgenommen (BfN 2007, S.36).

1985 wurden vom SRU für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland 17.000 bis 27.350 Pflanzenarten und 38.900 bis 50.000 Tierarten angegeben (z.B. Mollenhauer 1980 in SRU 1985, S. 162), wobei Unsicherheiten in diesen Angaben durch die fehlende Bekanntheit von Arten bzw. Abgrenzungen der Arten begründet sind. Die heute bekannte Artenzahl wird teils höher angegeben, was der „größeren Genauigkeit bei der aktuellen Erfassung, neu beschriebenen und eingewanderten Arten sowie der Aufspaltung bereits bekannter Taxa zugeschrieben“ wird (BfN 2008, S. 15).

Im Folgenden werden die Aussagen verschiedener Berichterstattungen und Monitoringsysteme zur Bewertung des Zustandes der Biodiversität und der Zielerreichung der Richtlinien und Strategien zur Erhaltung der Biodiversität in Deutschland kurz dargestellt.

Der Gefährdungszustand der Arten wird seit 1977 für Deutschland in einer nationalen Roten Liste dargestellt, die etwa alle 10 Jahre aktualisiert wird. Die erste Rote Liste für Deutschland „brachte bestürzende Ergebnisse“, die 1984 durch ihre Aktualisierung „nicht nur bestätigt“ wurden, „sondern sogar eine Zunahme der Gefährdung um jeweils 2-5%“ zeigten (Blab et al. 1977 und 1984 in SRU 1985, S. 162). Der SRU gab die Anzahl gefährdeter wildlebender Pflanzen- und Tierarten mit 30-50% an (SRU 1985, S. 178). 2008 wurde der Anteil gefährdeter wildlebender Tierarten in Deutschland mit 36%, der Anteil gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen-Arten mit 28,7% bzw. 26,8% für angegeben (BfN 2008, S. 25 u. 35).

Der Nationale Bericht zur FFH-Richtlinie der EU zeigt, dass bisher „nur bei etwa 30% der Arten und 38% der Lebensraumtypen von gemeinschaftlicher (d.h. auf die gesamte EU bezogener) Bedeutung (...) das angestrebte Ziel der FFH-Richtlinie – der „günstige Erhaltungszustand“ – erreicht ist (BMU 2011b, S. 34). Bei „etwa 25% der Arten und 6% der Lebensraumtypen reicht der derzeitige Kenntnisstand nicht aus, um abgesicherte Aussagen über den aktuellen Erhaltungszustand zu treffen“ (BMU 2011, S. 34). „Die Überwachung des Erhaltungszustandes der Arten und Lebensraumtypen zählt neben der Durchführung der notwendigen Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen zu den wichtigsten Aufgaben, um die biologische Vielfalt in Deutschland zu schützen“ (BMU 2011, S. 34).

Tab. 21: Zustand der Arten (Monitoring der FFH-Richtlinie)

		Anzahl der Arten in ... Zustand			
		günstig	unzureichend	schlecht	unbekannt
Gefäßpflanzen	atlantisch		2	13	
	kontinental	7	11	15	2
	alpin	9	4		
Moose und Flechten	atlantisch	7	3	7	23
	kontinental	5	7	3	30
	alpin	28	2	1	9
Amphibien und Reptilien	atlantisch	3	11	2	1
	kontinental	3	9	9	2
	alpin	4	5	2	3
Fische und Rundmäuler	atlantisch	2	8	3	
	kontinental	5	8	7	11
	alpin	2		1	3
Säugetiere	atlantisch	10	10	5	4
	kontinental	12	11	9	5
	alpin	15		2	12
Wirbellose	atlantisch	4	3	16	3
	kontinental	6	16	20	6
	alpin	8	8	3	4

Quelle: BMU 2011b, S. 13

Tab. 22: Zustand der Lebensraumtypen (Monitoring der FFH-Richtlinie)

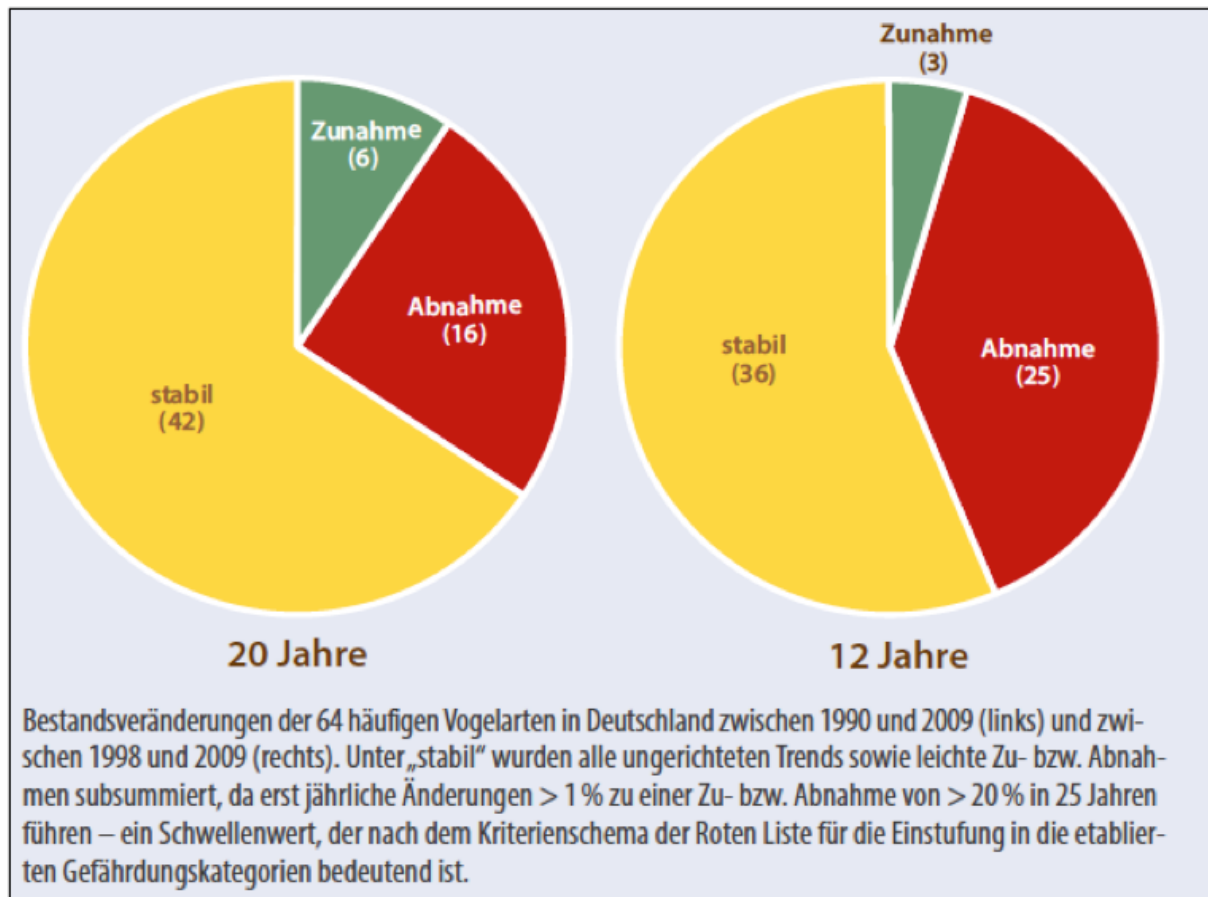
		Anzahl der Lebensräume in ... Zustand			
		günstig	unzureichend	schlecht	unbekannt
Meere und Küsten	atlantisch	12	4	3	2
	kontinental	3	10	4	3
Flüsse und Seen	atlantisch	1	1	6	
	kontinental	1	5	6	
	alpin	4	3	1	1
Moore und Heiden	atlantisch	3	1	6	
	kontinental	1	7	2	1
	alpin	5	3		1
Grünland, Binnendünen, Binnensalzstellen	atlantisch	1	5	8	
	kontinental	2	11	3	
	alpin	1	5	1	1
Wälder und Gebüsche	atlantisch		5	5	1
	kontinental	7	9	3	
	alpin	10			
Felsen, Schutthalden, Höhlen und Gletscher	atlantisch	1			
	kontinental	7			
	alpin	6		1	

Quelle: BMU 2011b, S. 25

Im Rahmen der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird für den Bereich der Artenvielfalt und der Landschaftsqualität der 2002 entwickelte Indikator „Entwicklung der Bestände ausgewählter Tierarten“ genutzt. Er verwendet dazu 59 ausgewählte Vogelarten, die die wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen in Deutschland repräsentieren (Agrarland, Wälder, Siedlungen, Binnengewässer, Küsten/Meere sowie die Alpen). Für das Jahr 2015 wurden Zielwerte definiert und der jeweils aktuelle Zustand mit ihnen verglichen. Der Indikator hat sich in den 10 Beobachtungsjahren 1999 bis 2009 signifikant verschlechtert, und zwar erreichten die Zielwerte im Agrarland nur 66%, in den Siedlungen (59 %), an den Küsten und in den Meeren 56 % sowie in den Alpen 77 %; nur für Wälder und Binnengewässer ergaben sich keine signifikanten Verschlechterungen. 2009 wurde insgesamt ein Wert von 67% des Zielwertes erreicht (Statistisches Bundesamt 2012a, S. 16).

Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie verwendet für den Indikator „Entwicklung der Bestände ausgewählter Tierarten“ Ergebnisse des Vogelschutzmonitorings. Diese zeigen z.B., dass bei Brutvögeln weiterhin (1990 bis 2009) die negativen Bestandsentwicklungen überwiegen. So zeigen 31% der Arten der Agrarlandschaft „einen negativen Langzeittrend“ (Wahl, J. et al. 2011, S. 55).

Abb. 41: Bestandsveränderung der 64 häufigsten Vogelarten in Deutschland zwischen 1990 und 2009



Quelle: Wahl, J. et al. 2011, S. 55.

Im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NSB) werden einige Indikatoren, die für andere Strategien erhoben werden (z.B. Monitoring der FFH-Richtlinie, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie) aufgegriffen und ergänzend zusammengestellt. Der Indikatorenbericht der NSB vom Jahr 2010 zeigt, dass der bisherige Zielerreichungsgrad der Indikatoren zur Bewertung der biologischen Vielfalt als gering (50-80%) bzw. sehr gering (weniger als 50%) eingestuft wird (BMU 2010b, S. 74.)

Tab. 23: Zielwerte der Indikatoren zur Erfassung der biologischen Vielfalt im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt

Indikator	Gemessene oder beobachtete Größe	Letzter berichteter Zielwert	Ziel/ Zielwert
Artenvielfalt und Landschaftsqualität	Index (Maßzahl in %) über die bundesweiten Bestandsgrößen von 59 repräsentativen Vogelarten in sechs Hauptlebensraum- und Landschaftstypen	69% (Stand:2008)	100% im Jahr 2015
Gefährdete Arten	Index (Maßzahl in %) über die Einstufung von Arten ausgewählter Artengruppen in Kategorien bundesweiter Roter Listen	23% (Stand: 2009)	16% im Jahr 2020
Erhaltungszustand der FFH-Lebensräume und FFH-Arten	Index (Maßzahl in %) über die Bewertung des Erhaltungszustandes der Lebensraumtypen des Anhangs I und der Arten der Anhänge II, IV und V der FFH-Richtlinie in den biogeographischen Regionen in Deutschland	48% (Stand 2001-2006)	80% im Jahr 2020
Invasive Arten	Anzahl der Arten der Schwarzen Liste invasiver Arten getrennt nach Aktions- und Managementliste	6/40 Arten (Stand 2010)	Keine weitere Zunahme der gelisteten Arten
Gebietsschutz	Flächenanteil streng geschützter Gebiete (Naturschutzgebiete, Nationalparke) an der Landfläche Deutschlands	4,1% (Stand 2008)	
Ökologischer Gewässerzustand	Anteil der Wasserkörper der Flüsse, Bäche, Seen, Übergangs- und Küstengewässer, die sich in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand befinden, an der Gesamtzahl aller bewerteter Wasserkörper	10% (Stand 2009)	100% im Jahr 2015
Zustand der Flussaue	Index (Maßzahl in %) über die Bewertung des Zustands von 79 im Auenzustandsbericht erfassten Flussaue	19% (Stand 2009)	29% im Jahr 2020

Quelle: BMU 2010b, S. 78

Exkurs: Schutzgebiete

Im Folgenden wird eine Übersicht über die Schutzgebiete des Naturschutzes und den Schutz von Biotopen in den agrarisch genutzten Gebieten gegeben.

Tab. 24: Schutzgebietskategorien nach dem Bundesnaturschutzgesetz und Größe der Schutzgebiete

Schutzgebiets- bezeichnung	Beschreibung und Ziel	Ausdehnung (ha, %)
Naturschutz-gebiet (§23 Abs. 1 BNatSchG)	Intensiver Schutz von Natur und Landschaft hat Vorrang vor anderen Nutzungsarten, alle Änderungen und Störungen sind verboten	8.481 (Stand 12/2009) 1.301.420 ha 3,6% der Land-Gesamtfläche
Nationalpark §24 Abs. 1 BNatSchG	Muss zum überwiegenden Teil die Voraussetzungen eines Naturschutzgebietes erfüllen („Natur Natur sein lassen“)	14 (Stand 9/2012) 1.029.497 ha (incl. Flächen in der Nord- und Ostsee) 194.362 ha (ohne Flächen in der Nord- und Ostsee), entsprechend 0,54% der Land-Gesamtfläche
Nationales Naturmonument §24, Abs. 4 BNatSchG	Seit 2009 rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete von herausragender Bedeutung aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen, kulturhistorischen oder landeskundlichen Gründen, wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit	keine Angabe
Biosphären- reservat §25 Abs. 1 BNatSchG	Kategorie seit 1998, mindestens sind die Voraussetzungen für Landschaftsschutzgebiete zu erfüllen, dienen der Erhaltung, Entwicklung und Wiederherstellung einer durch hergebrachte, vielfältige Nutzung entstandenen Landschaft	16 1.846.904 ha (incl. Flächen in der Nord- und Ostsee) 534.646 ha (ohne Flächen der Nord- und Ostsee), entsprechend 3,7 % der Land-Gesamtfläche
Landschafts- schutzgebiet §26 Abs. 1 BNatSchG	Schutz der kultivierten, vom Menschen genutzten Landschaft, Flächen, die für den Schutz bestimmter Pflanzen- und Tierarten von besonderer Bedeutung sind, können geschützt werden (z.B. können großflächige Vogelschutzgebiete als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen werden)	7.409 (Stand 12/2009) 10,2 Mio. ha 28,5% der Land-Gesamtfläche (Stand 12/2009)
Naturpark §27 Abs. 1 BNatSchG	Dienen vor allem der Erholung der Menschen; Naturparke werden in Zonen gegliedert	104 (Stand 2011) 9,5 Mio. ha 27 % der Landesfläche Deutschlands
Naturdenkmal	Bis zu 5 ha; besonderer Schutz von Einzelschöpfungen der Natur	keine Angabe
Geschützte Landschafts- bestandteile	Natürliche Teile der Landschaft zur Sicherung des Naturhaushalts, des Landschaftsbildes oder der Abwendung schädlicher Einwirkungen (Individual-, oder Gattungsschutz)	keine Angaben

Schutzgebiets- bezeichnung	Beschreibung und Ziel	Ausdehnung (ha, %)	
Besonders geschützte Biotoptypen §30 BNatSchG	Pauschaler Schutz einer Reihe von Biotopen (z.B. Sandbank der küstenfernen Meeresgebiete der Nordsee, subalpiner Lärchenwald)	keine Angaben	
FFH-Gebiete (RL 92/43/EWG)	Erhaltung der in der EU am stärksten bedrohten Arten, Schutz der wichtigsten Verbreitungsgebiete in ausreichender Zahl und Größe	4.622	Natura 2000- Netzwerk 15,4 % der Landesfläche
Vogelschutz- gebiete (RL 79/409/EWG)	Rückgang der Vogelbestände in der EU aufhalten und besonders Zugvögel besser schützen	740 11,2% der Landfläche	

Quelle: eigene Darstellung nach Bundesamt für Naturschutz 2012b

Die folgende Tabelle 25 gibt einen Überblick über die Entwicklung von Schutzgebietstypen von 1990 bis 2010. Dabei ist ersichtlich, dass der Anteil aller Schutzgebietstypen seit 1990 zugenommen hat, darunter insbesondere die Fläche der Biosphärenreservate, die sich zwischen 1990 und 2000 mehr als vervierfacht hat. Hingegen hat sich die Fläche von Nationalparks und Naturwaldreservaten nur geringfügig ausgedehnt. Insgesamt betrifft die Zunahme der Schutzgebiete vor allem die Schutzgebietstypen mit wenig strengen Auflagen, während Schutzgebiete mit anspruchsvollen Auflagen wie Nationalparke weiterhin nur einen kleinen Flächenanteil haben.

Tab. 25: Naturschutzflächen nach Typen

Jahr jew. 31.12	National- parke 1)	Biosphären- reservate 2)	Natur- schutz- gebiete 3)	Natur- parke 4)	Feucht- gebiete 5)	Natur-wald- reservate 6)
Anzahl						
1990	10	5	4.114	65	28	7)
1995	12	11	5.314	67	30	635
1999	13	14	6.365	81	30	678
2000	13	14	6.588	85	30	661
2003	15	14	6.959	87	32	824
2004	15	14	7.278	87	32	824
2005	15	15	7.278	92	32	824
2006	15	15	7.866	92	32	824
2007	14	15	8.126	97	33	717
2008	14	14	8.413	100	33	717
2009	14	14	8.481	102	34	718
2010	14	14	8.501	102	34	721
Fläche in km ²						
1990	6.945	4.792	4.748	56.888	3.715	7)
1995	7.209	11.666	6.945	58.748	6.712	205
1999	7.285	16.014	8.706	67.588	6.712	250
2000	7.285	16.134	9.248	74.378	6.712	245
2003	9.620	15.798	10.095	79.855	6.850	306
2004	9.620	15.798	10.474	79.855	6.850	306
2005	9.620	17.389	11.320	82.938	6.850	306
2006	9.620	17.389	11.854	83.577	6.850	306
2007	9.620	17.389	12.403	88.671	8.401	313
2008	9.620	18.439	12.715	89.473	8.401	313
2009	10.295	18.770	13.015	96.323	8.661	316
2010	10.295	18.770	13.313	95.730	8.661	317

Jahr jew. 31.12	National- parke 1)	Biosphären- reservate 2)	Natur-schutz- gebiete 3)	Natur- parke 4)	Feucht- gebiete 5)	Natur-wald- reservate 6)
Anteil an der Gesamtfläche in %						
1990	0,4 ⁸⁾	1,3	1,3	15,9	⁹⁾	⁷⁾
1995	0,5 ⁸⁾	3,3	1,9	16,5	⁹⁾	0,210)
1999	0,5 ⁸⁾	4,5	2,4	18,9	⁹⁾	0,210)
2000	0,5 ⁸⁾	4,5	2,6	20,8	⁹⁾	0,210)
2003	0,6 ⁸⁾	4,5	2,8	22,4	⁹⁾	0,310)
2004	0,6 ⁸⁾	4,5	2,9	22,4	⁹⁾	0,310)
2005	0,6 ⁸⁾	4,9	3,2	23,3	⁹⁾	0,310)
2006	0,6 ⁸⁾	4,9	3,3	23,4	⁹⁾	0,310)
2007	0,6 ⁸⁾	4,9	3,4	24,8	⁹⁾	0,310)
2008	0,6 ⁸⁾	5,2	3,6	15,1	⁹⁾	0,310)
2009	0,6 ⁸⁾	5,3	3,6	27	⁹⁾	0,310)
2010	0,6 ⁸⁾	5,3	3,7	26,8	⁹⁾	0,310)

1) Nach § 14(1) BNatSchG rechtsverbindlich festgesetzte, einheitlich zu schützende Gebiete. Zum 01.01.2007 wurde aus den Nationalparks Harz und Hochharz der neue Nationalpark Harz gebildet. Flächenangaben einschließlich Flächen in Nord- und Ostsee. - 2) Seit 1976 im Rahmen des internationalen Programms „Der Mensch und die Biosphäre“ von der UNESCO vergeben. - 3) Nach § 13 (1) BNatSchG einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete. - 5) Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung im Sinne des Übereinkommens über Feuchtgebiete (Ramsar, Iran 1971). - 6) Waldgebiete, die ihrer ungestörten biologischen Entwicklung überlassen werden. - 7) Vergleichbare Angaben für das gesamte Bundesgebiet liegen nicht vor. - 8) Ohne Flächen der Nationalparke im Wattenmeer. - 9) Keine Angabe, da statistisch nicht erfasste Watt- und Wasserflächen enthalten sind. - 10) Anteil an der Gesamtfläche Deutschlands.

Quelle: BMELV 2012c

Die Schutzgebiete überlagern sich teilweise oder sind in einigen Fällen sogar deckungsgleich, so dass die Summe der ausgewiesenen Gebiete nicht der tatsächlich unter Schutz gestellten Fläche entspricht. Auch sind einige Schutzkategorien erst in dem 2009 novelliertem Bundesnaturschutzgesetz eingeführt worden und Angaben zu Anzahl und ausgewiesener Fläche liegen bisher nicht vor.

Der Naturschutzwert von landwirtschaftlichen Flächen wird über den „High Nature Value“-Indikator (HNV) erhoben (Oppermann, R., et al. 2012a), der die Entwicklung der Arten und Strukturen auf landwirtschaftlichen Flächen bewertet. „Als Landwirtschaftsfläche mit hohem Naturwert gelten extensiv genutzte, artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergsflächen sowie Brachen. Hinzu kommen strukturreiche Landschaftselemente wie z.B. Hecken, Raine, Feldgehölze und Kleingewässer, soweit sie zur landwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft gehören“ (BMU 2010b, S. 48). Die Ergebnisse aus dem Jahr 2009 ergeben einen Wert von 13,0% HNV-Fläche an der gesamten deutschen Landwirtschaftsfläche. Dabei wurden 2,2% als

Flächen mit äußerst hohem und 4,5% als Flächen mit hohem Naturschutzwert eingestuft. (BMU 2010b, S. 49).

Insgesamt betrachtet zeigen die Indikatoren, dass der erwünschte Zustand der Biodiversität bisher nicht erreicht werden konnte. Dies betrifft vor allem auch die Agrarlandschaft. Aufgrund der Erhebungszeiträume der Indikatoren, die meist nicht bis 1985 zurückreichen, ist jedoch eine Bewertung der Entwicklung der Biodiversität seit 1985 nur eingeschränkt möglich.

Im Folgenden wird der Einfluss der Landwirtschaft auf den Zustand der Biodiversität beschrieben. Dabei werden diejenigen Wirkfaktoren dargestellt, die auf landwirtschaftliche Tätigkeiten zurückzuführen sind und im wesentlichen schon 1985 vom SRU aufgeführt wurden. Sofern angebracht, wird ihre Wirkung auf die Biodiversität kurz skizziert.

6.1.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Die Landwirtschaft ist der größte Flächennutzer in Deutschland und beeinflusst die Biodiversität maßgeblich, und zwar in direkter und indirekter Weise.

Zu den direkten Wirkungen zählen:

- Schädigung der Arten durch Kontakt mit Pflanzenschutz- und Düngemitteln
- Verminderung und Vernichtung des Nahrungsangebotes für die Arten
- Intensivierung der Grünlandnutzung
- Aufgabe traditioneller, extensiver Landnutzungsformen
- Art der Flächennutzung (Acker, Grünland als Wiese, Weide oder Mähweide)
- Fruchtfolgegestaltung (z.B. Einengung von Fruchtfolgen)
- Eindringen invasiver Arten
- Einsatz schwerer Maschinen, Nutzungs- und Überrollhäufigkeit

Indirekte Wirkungen:

- Beeinträchtigung von Lebensräumen durch Verkleinerung, Zersplitterung oder Beseitigung, Eutrophierung, Beseitigung von „Trittsteinen“ wie Landschaftselementen, Vergrößerung der Schläge ohne Landschaftselemente
- Eintrag von Schadstoffen in Lebensräume wie Boden und Gewässer
- Beitrag zum Klimawandel (SRU 1985, S. 168, ergänzt nach u.a. BfN 2008, S. 59; BMU 2007, S. 17).

Die Gefährdung der Lebensräume gehört zu den wesentlichsten Ursache des Artenrückgangs (BMU 2007, S. 17). Dies wurde schon 1985 vom SRU festgestellt. Die im Rahmen der FFH-Richtlinie durchzuführende Bewertung des Umsetzungs- und Erhaltungsstandes zeigt, dass insbesondere der Erhaltungszustand landwirtschaftlich geprägter Lebensraumtypen als nicht günstig bewertet wird (Matzdorf, B. 2011). Dabei beruht die Lebensraumgefährdung zum einen auf der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung (und der damit verbundenen Nivellierung von Standortunterschieden), und zum anderen in deren flächenmäßiger Ausdehnung (u.a.

Inkulturnahme von Brachen, Schlagvergrößerung). Hierfür werden Landschaftselemente wie Hecken, Einzelbäume, Feldraine und Gräben als naturnahe Biotope beseitigt, wodurch in großen Schlägen jegliche „Trittsteine“ fehlen. Grünland wird oft in Acker umgewandelt. Die Landschaft wird „ausgeräumt“ und zusätzlich durch Wegebau zerschnitten. Im Folgenden wird die Entwicklung extensiver Flächen und die Zerschneidung der Landschaft kurz skizziert. Anschließend werden die Wirkfaktoren dargestellt, die sich aufgrund des Einsatzes von Betriebsmitteln oder der Gestaltung von Arbeitsgängen ergeben.

Im Rahmen der Halbzeitbewertung der Gemeinsamen Agrarpolitik von 2003 wurden Landschaftselemente in die beihilfefähige Fläche integriert und wurden damit „Inwertgesetzt“. In Bezug auf die Gesamtheit der Landschaftselemente kann zwischen Cross Compliance-relevanten und nicht relevanten Landschaftselementen unterschieden werden. Daneben steht den Bundesländern die Möglichkeit offen, die „förderfähige Fläche durch freiwillige Meldungen von Landschaftselementen ohne Cross Compliance-Verpflichtung“ zu erweitern. Von Land zu Land wurde hiervon sehr unterschiedlich Gebrauch gemacht. „Die Spanne bewegt sich in den Fallbeispielen zwischen 5 und 40 Prozent aller gemeldeten Landschaftselemente, wobei Tümpel, Sölle, Dolinen und andere vergleichbare Feuchtgebiete die größte Bedeutung aufweisen“ (Nitsche, H. et al. 2009, S. 16). Angaben zu Landschaftselementen liegen seit Umsetzung der GAP-Reform 2005 durch Selbstmeldungen der Landwirte vor, wobei häufig nicht alle Landschaftselemente gemeldet wurden und die Zuordnung der Landschaftselemente auf Länderebene variiert. Seit 2007 existiert ein Referenzsystem, in welchem InVeKoS-Daten mit anderen flächenbezogenen Daten in einem GIS-System kombiniert werden (Nitsche, H. et al. 2009, S. 15). 2007 verfügten 1.191.000 Betriebe (39,5%) über Landschaftselemente, wobei 1.161.000 Betriebe bestehende Landschaftselemente erhielten und 188.000 Betriebe neue anlegten. Der überwiegende Teil der Betriebe verfügte über Hecken (1.044.000 Betriebe) und Baumreihen (866.000 Betriebe), siehe Tab. 26 (Statistisches Bundesamt 2011, S. 17).

Tab. 26: Landwirtschaftliche Betriebe insgesamt und mit Erhaltung und/oder Anlage von Landschaftselementen in den Jahren 2007 bis 2010 nach Gebietseinheiten und Größenklassen der landwirtschaftlich genutzten Fläche (in Tausend)

Betriebe insgesamt	301,1
darunter Betriebe mit Erhaltung und/oder Anlage von Landschaftselementen	119,1
und zwar: Erhaltung von Landschaftselementen	116,1
- Hecken	94,3
- Baumreihen	74,6
- Steinwälle/-mauern	7,3
und zwar: Anlage von Landschaftselementen	18,8
- Hecken	10,1
- Baumreihen	12,0
- Steinwälle/-mauern	1,9

Quelle: Statistisches Bundesamt 2011a, S. 17

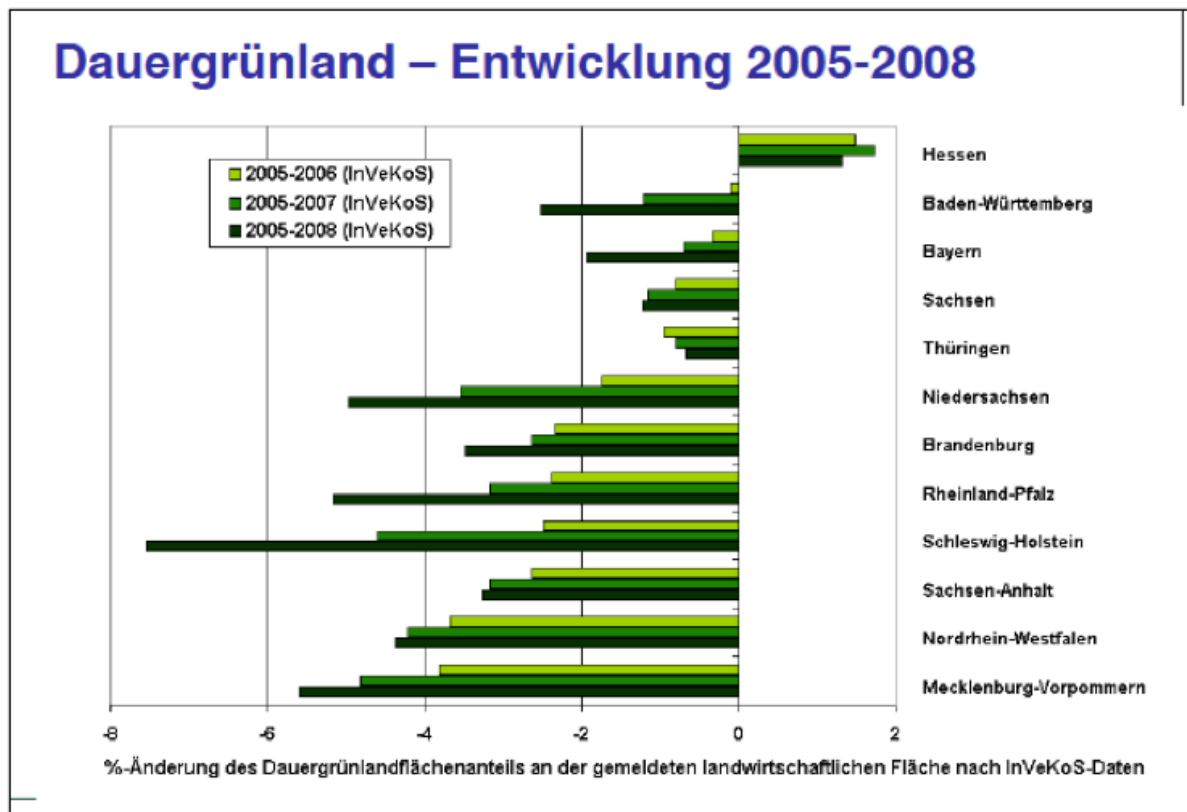
„Im Durchschnitt erreichen die Landschaftselemente in den untersuchten Ländern einen Anteil von 0,3 bis 0,4 % an der LF. Den deutlich größten Flächenumfang nehmen Cross Compliance-relevante Hecken, Feldgehölze und Baumreihen ein“ (Nitsche, H. et al. 2009, S. 16). Über die Wirkungen der Cross Compliance-Auflagen lässt sich bisher wenig aussagen, da verlässliche Daten für die Situation vor 2005 nicht vorliegen. Es ist jedoch zu befürchten, dass Landschaftselemente vor deren Registrierung entfernt wurden oder „Flächen mit einem hohen Anteil an Landschaftselementen“ das Brachfallen begünstigten (Nitsche, H. et al. 2009, S. 5). Durch entsprechende Weiterentwicklung des Kontrollsystems, z.B. durch den Aufbau eines Landschaftselemente-Katasters und in Verbindung mit anderen Naturschutzinstrumenten kann der Schutz von Landschaftselemente auch durch Cross Compliance verbessert werden (Nitsche, H. et al. 2009, S. 34).

Streuobstflächen bieten einer Vielzahl an Arten einen Lebensraum. Allerdings nehmen Streuobstflächen immer weiter ab. „1950 gab es in Deutschland noch 1,5 Millionen Hektar Streuobstwiesen, 1990 nur noch 300 000 Hektar - ein Rückgang auf 20 % des ursprünglichen Bestandes“ (BUND, Freunde der Erde 2012). So sind „allein in den letzten 40 Jahren (1979 bis 2009) (...) in Nordrhein-Westfalen die Streuobstwiesen um 74% zurückgegangen“ (Umweltbundesamt 2010a, S. 89).

Moorflächen bedecken heute 18.098 km² (entspricht ca. 1,8 Mio. ha), das entspricht 5,1 % der Gesamtfläche (Drösler, M. & Freibauer, A. 2012). Der Verlust von ursprünglich vorhandenen 1,5 Mio. ha entspricht damit ca. 99% (Succow, M. & Joosten, H. 2001), so dass heute nur noch 1% dieser Flächen in einem ursprünglichen Zustand verblieben ist (Ellenberg, H. & Leuschner, C. 2009, S. 589). 92% der Hochmoore werden land- und forstwirtschaftlich genutzt oder abgetorft, bei den Niedermooren sind 87% in Nutzung (Matzdorf, B. 2011). Im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt wird angestrebt, die noch bestehenden, natürlich wachsenden Hochmoore bis 2010 zu sichern (BMU 2007, S. 37). Der Indikatorbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt macht keine Angaben zur Zielerreichung dieses Indikators.

In den letzten Jahren und Jahrzehnten ist in vielen Regionen ein Verlust an Grünland (Nitsch, H. et al. 2009, S. 31) bzw. der Verlust des Grünlands als Lebensraum zu beobachten (vgl. KfÖ 2006). Der Grünlandanteil hat zwischen 2003 und 2008 um 3,4% abgenommen und die Grünlandfläche um 4,1% (Umweltbundesamt 2010a, S. 34). Diese Entwicklung beruht auf folgenden Effekten: Umbruch ackerfähigen Grünlandes, Intensivierung von Grünland, Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung.

Abb. 42: Dauergrünland-Entwicklung von 2005 bis 2008



Quelle: Nitsch, H. & Osterburg, B. 2009

Des Weiteren sind Lebensräume gefährdet, die durch extensive landwirtschaftliche Nutzung entstanden sind und deren Erhaltung von der Weiterführung dieser Nutzung abhängig ist. „Hier sind vor allem viele für den Naturschutz besonders relevante Flächen (u.a. High-Nature-Value-Flächen) hervorzuheben, die auf eine extensive Nutzung angewiesen sind“ (SRU 2012, S. 9). Für viele Rote Liste-Arten ist das „Inkulturrehalten“ der Flächen existenziell wichtig (Verband der Landwirtschaftskammern 2010, S.9). Auf Grenzertragsstandorten wird diese Nutzung aus wirtschaftlichen und arbeitswirtschaftlichen Gründen jedoch häufig eingestellt. Der Umfang an Grenzertragsstandorten wird auf 4,87 Mio. ha geschätzt (Verband der Landwirtschaftskammern 2010, S.9). Diese Überlegungen gelten auch für die Auen von Fließgewässern, die sich häufig durch eine hohe natürliche bzw. biologische Vielfalt auszeichnen (DRL 2009)

Schutzwürdige und gefährdete Biotope werden seit 1975 in den systematischen Biotopkartierungen erfasst (SRU 1985, S. 167). 1985 belief sich in der Agrarlandschaft „der Flächenanteil der kartierten, als schutzwürdig angesehenen Biotope durchschnittlich auf 3-5%“ (Haber 1983 in SRU 1985, S. 167). Kleinere Strukturen wie Einzelbäume und Baumgruppen, Hecken, Bäche und Kleingewässer blieben jedoch unberücksichtigt und wurden erst durch Erhebungen im Rahmen von Flurbereinigungen bzw. durch die Agrarreform von 2003 (Einführung von Zahlungsansprüchen, auch für Landschaftselemente als Bestandteil landwirtschaftlicher Schläge) kartiert. Die Biotopkartierung der Länder umfasst heute 1,5 Mio. Geodatensätze und 1,9 Mio. Sachdatensätze (ohne Hessen) (Fuchs, D. & Hänel, K. 2010).

1985 wurde die Ausstattung mit Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft, die nicht unterschritten werden sollte, mit 7-15 solcher Strukturen bzw. 1,5-3% je km² angegeben (Auweck 1979, in SRU 1985, S. 167). Der Anteil dieser Landschaftselemente wird heute mit 0,3 bis 0,4 % an der LF angegeben (siehe oben). Dagegen wird der Anteil von HNV-Farmland 2009 mit 13% beziffert, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese Flächen sich nicht auf Kleinstrukturen beschränken, sondern auch extensiv genutztes, artenreiches Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergsflächen sowie Brachen berücksichtigen (BMU 2010b, S. 50). Aber auch der HNV-Indikator erreicht den Zielwert für 2010 von 19% nicht. Insgesamt kann demnach davon ausgegangen werden, dass der vom SRU geforderte Wert von 3-5% schutzwürdiger Biotopflächen wahrscheinlich nicht erreicht wird. Die Ökologischen Vorrangflächen bieten jedoch die Möglichkeit, dies künftig zu erreichen.

In der BRD existieren eine Reihe verschiedener Schutzgebietstypen (siehe Exkurs). 1985 wurden vom SRU 1.850 Naturschutzgebiete genannt, die zusammen knapp 1% der Fläche der damaligen Bundesrepublik Deutschland umfassten (SRU 1985, S. 178). Heute umfasst die Fläche der Naturschutzgebiete 1.301.430 ha, was insgesamt 3,6% der Gesamtfläche Deutschlands entspricht. Der Flächenanteil streng geschützter Gebiete (Naturschutzgebiete, Nationalparke) an der Landfläche Deutschlands wird mit 4,1% (Stand: 2009) angegeben.

Des Weiteren hat die Flurbereinigung Einfluss auf die Veränderung und Gefährdung von Lebensräumen. Durch die Flurbereinigung wurden maschinengerechte Agrarstrukturen geschaffen, mit großen, rechteckigen Ackerschlägen, der Beseitigung von Hecken, Feldrainen, Baumgruppen und Geländestufen, Bau befestigter Wege, sowie der Dränierung und Begradigung bzw. Verrohrung von Wasserläufen (Haber, W. 2014, S. 89 ff.). Tab. 27 zeigt die Anzahl der Verfahren der Flurbereinigung und der Bodenordnung nach dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz. Zwischen 2006 und 2010 wurden insgesamt 4.553 Verfahren abgeschlossen.

Tab. 27: Anzahl der Verfahren und in Verfahren einbezogene Fläche

		2006	2007	2008	2009	2010	gesamt
Flurbereinigungs- und beschleunigte Zusammenlegungsverfahren (eingestellte und durch Schlussfeststellung abgeschlossen)	Anzahl	631	256	222	268	231	1.608
	1.000 ha	159	159	133	144	105	700
Bodenordnungsverfahren nach dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz (§56ff.) (am Jahreschluss anhängige Verfahren)	Anzahl	464	652	848	504	477	2.945
	ha	578.449	546.309	646.032	673.990	660.262	3.105.042

Quelle: eigene Darstellung nach BLE, BMELV (49, 50)

Nach Angaben von Oppermann et al. entfallen – zumindest in einigen Bundesländern – auf den Wegebau der Großteil der Ausführungskosten von Flurbereinigungen, z. B. in Baden-Württemberg 53% der Kosten für Wegebau, aber nur 3% für Landschaftspflegemaßnahmen (Oppermann, R. et al. 2003, S. 4). Tab. 28 deutet an, dass eine Reihe von Wegen neu angelegt werden, womit zusätzliche Flächen verfestigt bzw.

versiegelt werden. Allerdings gehen Bathke & Tietz für Niedersachsen davon aus, dass überwiegend vorhandene Wege ausgebaut werden (Bathke, M. & Tietz, A. 2010, S. 21). Für Baden-Württemberg wird die Art der Flächenbefestigung von Oppermann et al. mit 35% asphaltierten Wegen und 65% Schotter- und Kieswegen angegeben (Oppermann, R. et al. 2003, S. 4). In Niedersachsen überwiegen hingegen die Asphaltdecken mit 61%. „Es folgen die wassergebundenen Decken mit 28% und die Spurbahnen mit 9%“. Betondecken und Betonpflaster werden kaum verwendet. „Ein Vergleich mit der Wegelänge im alten Zustand (...) zeigt, dass die Bauweisen Betonpflaster und wassergebundene Decke stark abgenommen haben zugunsten der Asphaltdecke und der Spurbahn“ (Bathke, M. & Tietz, A. 2010, S. 20). Die dargestellten Zahlenangaben sind jedoch nur Näherungswerte, da Totalerhebungen fehlen.

Tab. 28: Ländlicher Wegebau nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG)

	Einheit	2008	2009	2010	gesamt
angelegt	km	1.795	1.694	1.519	5.008
beseitigt	km	246	262	527	1.035
Differenz	km	1.549	1.432	992	3.973

Quelle: eigene Darstellung nach BMELV 2013d

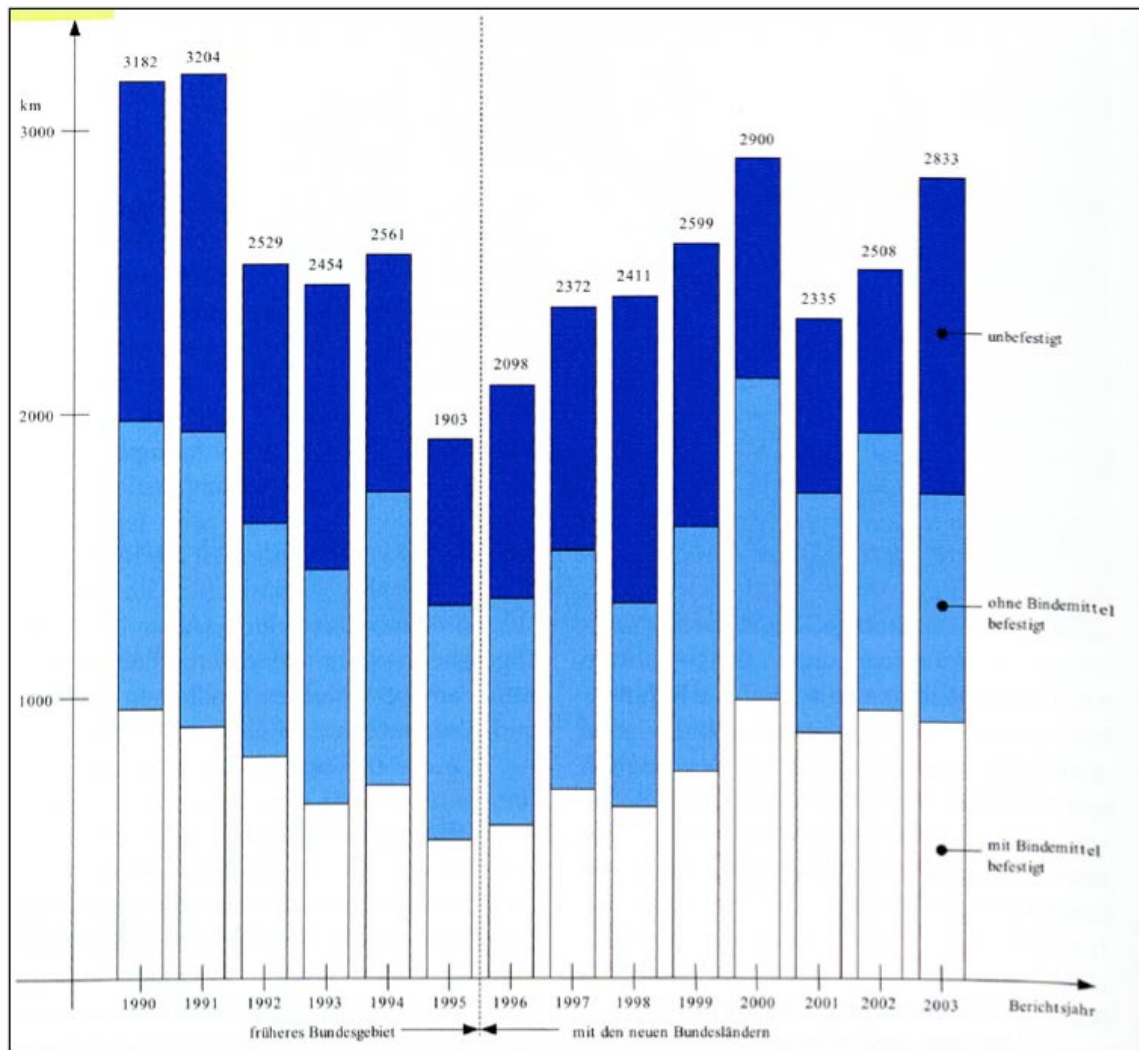
Angaben zur Befestigung der Wege sind vom KTBL dargestellt. Dabei zeigen sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Bundesländern. Insgesamt werden i.d.R. jedoch wesentlich mehr befestigte als unbefestigte Wege angelegt.

Tab. 29: Anteil der befestigten Wege von den in Flurneuordnungsverfahren zwischen 1986 und 2001 hergestellten Wegen in ausgewählten Bundesländern

Bundesland	Ausgewertete Weglänge (km)	befestigt (%)	unbefestigt (%)
Baden-Württemberg	8.952	69,8	30,2
Bayern	23.511	50,7	49,3
Nordrhein-Westfalen	3.248	84,9	15,1
Schleswig-Holstein	1.016	99,4	0,6

Quelle: KTBL 2005, S. 21

Abb. 43: Anlage von ländlichen Straßen und Wegen nach jährlicher Bauleistung in km in Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG)



Quelle: KTBL 2005, S. 40. nach Jahresberichte über Flurbereinigung bzw. über Verfahren nach dem FlurbG und Bodenordnungsverfahren nach dem LwAnpG; Auszug aus statistischen Monatsberichten; Hrsg. BMELV, Bonn. 2004

Insgesamt werden in Deutschland noch 94. 427 km² bzw. 26% der Landesfläche als unzerschnittene verkehrsarme Räume klassifiziert (Umweltbundesamt o.J., S. 66). Flurbereinigungsverfahren führen darüber hinaus sowohl zur Anlage als auch zur Beseitigung von Landschaftselementen und Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft. Die Daten des Statistischen Jahrbuches von 2011 deuten an, dass mehr Kleinstrukturen angelegt als beseitigt werden (siehe Tab. 30).

Tab. 30: Naturschutz, Landschaftspflege, Bodenschutz sowie Landespflege nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG)

	Maßnahmen	Einheit	2006	2007	2008	2009	2010	gesamt
Hergestellte Anlagen								
Linienhafte Anlagen	1)	km	482	344	304	251	211	1.592
	2)	km	97	50	48	72	44	311
	Summe 1)+2)	km	579	394	352	323	255	1.903
Flächenhafte Anlagen	3)	Anzahl	3.362	8.110	1.947	2.857	1.507	17.783
		ha	386	167	192	147	176	1.068
	4)	Anzahl	1.557	2.080	855	2.098	1.300	7.890
		ha	386	377	280	351	339	1.733
	Summe 3)+4)	Anzahl	4.919	10.190	2.802	4.955	2.807	25.673
		ha	772	544	472	498	515	2.801
Beseitigte Anlagen								
Linienhafte Anlagen	1)	km	6	8	5	3	11	33
	2)	km	67	38	38	27	24	194
	Summe 1)+2)	km	73	46	43	30	35	227
Flächenhafte Anlagen	3)	Anzahl	35	29	19	83	24	190
		ha	2	3	1	7	0	13
	4)	Anzahl	-	47	-	1	-	48
		ha	-	1	-	0	-	1
	Summe 3)+4)	Anzahl	-	76	-	84	-	238
		ha	-	4	-	7	-	14
Differenz hergestellte – beseitigte Anlagen								
Linienhafte Anlagen	Summe 1)+2)	km	506	348	309	293	220	1.676
Flächenhafte Anlagen	Summe 3)+4)	Anzahl	-	10.143	-	4.954	-	25.625
		ha	-	376	-	351	-	1.732
Mitwirkung bei der Sicherung erhaltungswürdiger Gebiete und Objekte								
Naturschutz-, Landschaftsschutzgebiete, National-, Naturparke , Naturdenkmäler, geschützte Landschaftsbestandteile (§12 BNatSchG) sowie nicht geschützte Gebiete oder Objekte einschließlich Bau-, Kultur- und Bodendenkmäler sowie anderer ökologisch wertvoller Flächen oder Objekte		Anzahl	1.102	800	3.036	2.503	940	8.381
		ha	11.223	12.448	11.288	12.453	12.647	60.059

1) Windschutzstreifen, Baumreihen, Eingrünungen, Begleitpflanzungen an Wegen und Gewässern u.a.

2) Feldraine, Steinriegel, Hangstufen (Terrassen), Bodenwälle, Rand- und Saumstreifen, Böschungen u.ä.

3) Gehölzgruppen, Feldgehölze (ohne Aufforstung), Vogelschutzgehölze, Baumgruppen u.ä.

4) sonstige ökologisch wertvolle Flächen (Feuchtfleichen, Trockenrasen), Felsen, geomorphologische Strukturen, Quellen, Einzelschöpfungen der Natur, Abbaufleichen u.ä.

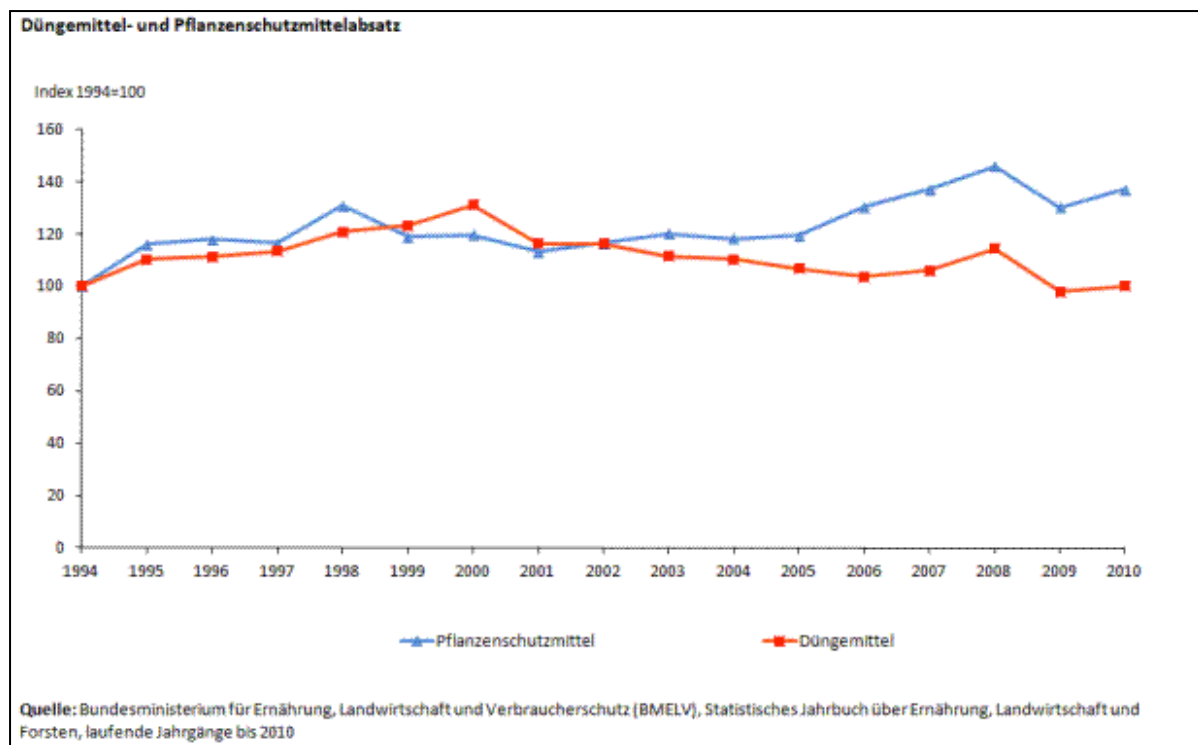
Quelle: eigene Darstellung nach BMELV 2013e

Des Weiteren hat die Schlaggröße einen wesentlichen Einfluss auf die Biodiversität (Baessler, C. & Klotz, S. 2006), da mit Schlagvergrößerungen viele Randstrukturen verloren gehen und auch die Anzahl verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen auf der Fläche abnimmt (Rodriguez, C. & Wiegand, K. 2009, S. 361). Als Beispiel für die Auswirkungen sei das Verschwinden der Hummeln aus großflächigen Anbauregionen genannt, wo große Schläge mit wenigen Kulturen ihnen nur wenig Nahrung, ebenso wie geringe Nistmöglichkeiten bieten (Muljar, R. et al. 2010, S. 358).

Darüber hinaus hat der Einsatz von Betriebsmitteln erhebliche Wirkungen auf die Biodiversität der Landwirtschaftsflächen. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird als eine der entscheidenden Ursachen des Artenrückgangs in der Agrarlandschaft bezeichnet (Geiger, F. et al. 2010). So wird beispielsweise angenommen, dass Bienen durch die Aufnahme von in Pflanzen enthaltenen Pflanzenschutzmittelrückständen geschwächt werden (Kluser, S. & Peduzzi, P. 2007, S. 5). Im Folgenden wird der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln im Rahmen der heutigen Art und Weise der landwirtschaftlichen Produktion (Fruchtfolgegestaltung, Schnitthäufigkeit) dargestellt. Der Absatz von Düngemitteln nimmt seit 2000 tendenziell leicht ab, während er für Pflanzenschutzmittel seit 2001 tendenziell zunimmt. Der Absatz entspricht jedoch nicht unbedingt dem tatsächlichen Einsatz in der Landwirtschaft, weil diese Mittel bei günstigen Preisen auch auf Vorrat gekauft werden (Umweltbundesamt 2010a, S. 23).

Außerdem ist insbesondere bei Pflanzenschutzmitteln zu beachten, dass die Schädlichkeit ihrer Wirkstoffe für Nichtzielorganismen sehr unterschiedlich ist und allgemein vermindert wurde. Ebenso ist die Abbaubarkeit der Mittel verbessert worden. Der Einsatz zahlreicher Mittel ist mit der Verordnung über Anwendungsverbote von Pflanzenschutzmitteln (1992) eingeschränkt oder verboten (siehe Pflanzenschutzmittelanwendungsverordnung). Anzumerken ist auch, dass nicht-synthetische Pflanzenschutzmittel wie Kupferverbindungen zur Bekämpfung von Schadpilzen, die im übrigen auch im ökologischen Landbau erlaubt sind, ebenfalls Probleme wie z.B. Kupferanreicherungen im Boden bedingen können. An möglichen Alternativen wird gearbeitet, bisher allerdings vorwiegend im Forschungsbereich. So wurde bspw. die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung pilzwiderstandsfähiger Rebsorten (PIWI International) gegründet. Ziel ist die weitere Verbreitung pilzwiderstandsfähiger Rebsorten, um dadurch den Kupfereinsatz im Weinbau zu mindern. Der Förderpreis Ökologischer Landbau wurde seit 2005 an mehrere Preisträger vergeben, die sich ebenfalls um die Reduzierung des Kupfereinsatzes im Weinbau bemühen.

Abb. 44: Entwicklung des Düngemittel- und Pflanzenschutzmittelabsatzes



Quelle: Umweltbundesamt 2012- nach BMELV (2010)

Pflanzenschutz-, aber auch Düngemittel wirken sich aber weiterhin auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände und das Vorkommen ihrer Begleitflora und -fauna einschließlich von Pilzen und Mikroorganismen auf den Flächen aus. So hat sich die Ackerbegleitflora sowohl durch den Pflanzenschutzmitteleinsatz auf den Flächen als auch durch Beseitigung von Randstreifen weiter reduziert (Hofmeister H. & Garve E. 1998, S. 260). 1985 standen 87 der 300 zur Ackerbegleitflora zählenden Arten auf der Roten Liste und 15 davon galten als verschollen (Hofmeister H. & Garve E. 1998, S. 267). Eine Ursache für diesen Rückgang ist auch das Verschwinden von Fruchtfolgegliedern mit ihrer jeweils typischen Ackerbegleitflora, bedingt durch die seit 1985 zu verzeichnende Abnahme der landwirtschaftlichen Kulturen und Anbauweisen (siehe unten). Mit dem Rückgang der Ackerbegleitflora finden sich auch weniger Insekten und damit Blütenbestäuber in den Äckern, (Kluser, S. & Peduzzi, P. 2007, S. 5). Die Abnahme der Ackerwildkräuter und Insekten in der Agrarlandschaft führt dazu, dass viele Vögel und Säugetiere, die auf dieses Nahrungsangebot angewiesen sind, ihre Lebensgrundlage verlieren (Hart, J.D. et al. 2006). Außerdem werden natürliche Feinde von Schädlingen dezimiert, was sich wiederum negativ auf die biologische Schädlingsbekämpfung auswirkt (Geiger, F. et al. 2009, S. 104).

Die indirekte Beeinträchtigung von Boden und Wasser als Lebensraum durch den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemittel ist in den Kapitel 6.2 und 6.7 dargestellt.

Im Grünland werden viele Arten durch Intensitätssteigerungen gefährdet. Durch verstärkte Nährstoffzufuhr werden nährstoffliebende Pflanzenarten gefördert und Arten, die nährstoffarme Standorte bevorzugen, zurückgedrängt. Ebenso nimmt die Zahl der Tierarten ab, die auf diese Pflanzenarten angewiesen sind (Hofmeister H. & Garve E. 1998, S. 60). Die Intensität der Grünlandnutzung wird auf Wiesen durch Zunahme der

Schnittshäufigkeit erhöht. Tab. 31 zeigt den steigenden Anteil von Grünlandflächen mit hohen Nutzungshäufigkeiten zwischen 1950 und 2000. Gleichzeitig ging der Anteil von Graslandtypen mit geringer Nutzungshäufigkeit zurück. Durch hohe Nutzungshäufigkeiten erreichen einige Pflanzenarten das Blühstadium nicht mehr und können sich daher nicht mehr generativ vermehren. Der Schutz des Grünlandes für viele Tierarten - insbesondere in der sensiblen Zeit der Brut und Jungtieraufzucht – ist nicht mehr gewährleistet. So hat sich der Bestand der Brutvögel weiterhin negativ entwickelt (siehe oben).

Tab. 31: Wichtige Graslandtypen Deutschlands und ihre anteilige Veränderung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Graslandtyp	Anzahl Nutzungen	1950 (%)	2000 (%)
Glatthafer-Talwiesen	2-3	35	5
Goldhafer-Bergwiesen	1-2	10	5
Bergweiden, Magerweiden	1-2	10	5
Summe mäßig frische bis mäßig feuchte Standorte		55	15
Salbei-Glatthaferwiesen, Magerwiesen	1-2	10	5
Feuchtwiesen, artenreiche Fuchsschwanzwiesen	2-3	20	4
Nasswiesen, Kleinseggenwiesen	1	5	1
Summe extremer Standorte		35	10
Vielschnittwiesen und Mähweiden	3-6	3	55
Artenarme Fuchsschwanzwiesen	3-4	2	10
Intensivweiden, Fettweiden	4-6	5	10
Summe frische bis mäßig feuchte Standorte		10	75

Quelle: Dierschke, H. & Briemle, G. 2002, S. 137 nach Briemle et al. 1999

Positive Wirkungen auf die Biodiversität werden dem ökologischen Landbau zugeschrieben, wie zahlreiche Studien bestätigen (Bengtsson, J. et al. 2005; Belfrage, K. et al. 2005, S. 586). Sie beruhen vor allem auf der Vermeidung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln sowie auf den weiteren Fruchtfolgen (Belfrage, K. et al. 2005, S. 586). Allerdings kommen nicht alle Studien zu diesen Feststellungen bzw. treffen differenziertere Aussagen. So konnten Smith et al. in homogenen Landschaften einen positiven Effekt des ökologischen Landbaus auf die Vielfalt von Vogelarten nachweisen, jedoch nicht in heterogenen Landschaften (Smith, H. G. et al. 2010, S. 1075). Bengtsson et al. kommen zu der Aussage, dass der ökologische Landbau zwar im allgemeinen zwar positive Effekte auf die Biodiversität hat, diese Effekte aber zwischen den Arten und ihrem räumlichen Zusammenhang stark variieren (Bengtsson, J. et al. 2005).

Als weiteren beeinflussenden Faktor der Biodiversität benennen Untersuchungen auch die Größe landwirtschaftlicher Betriebe (Belfrage, K. et al. 2005). Dabei werden für kleinere Betriebe die geringere Schlaggröße und die größere Vielfalt der angebauten

Kulturen als Charakteristikum (Belfrage, K. et al. 2005) sowie die größere Dichte von Landschaftselementen (Levin, G. 2006, S. 45, 49) in ihrer positiven Wirkung für die Biodiversität genannt.

Die Landwirtschaft beeinflusst aber nicht nur die natürliche Artenvielfalt, sondern auch die Sorten- und genetische Vielfalt im Pflanzenbau und in der Tierhaltung, die sog. Agrobiodiversität. Sie bezeichnet „die Vielfalt der durch aktives Handeln des Menschen für die Bereitstellung seiner Lebensgrundlagen unmittelbar genutzten und nutzbaren Lebewesen (...)“ (BMELV 2007, S. 9). In der modernen Landwirtschaft werden allerdings immer weniger unterschiedliche Arten und Sorten angebaut, und in der Tierhaltung verengt sich die genetische Variabilität durch die Konzentration auf wenige Vater- und Muttertiere. Nach Dambroth (1981, in SRU 1985, S. 166) sind seit Anfang des 20. Jahrhunderts 50 landwirtschaftliche Kulturarten aus den Fruchtfolgesystemen verschwunden. Heute werden auf 85% der Ackerfläche nur noch neun Fruchtarten angebaut. Zwar sind dafür viele Sorten zugelassen, „angebaut wird davon aber i.d.R. auch nur ein sehr begrenztes Spektrum“. So wird die „Generosion (...) im Getreideanbau als besonders hoch eingeschätzt“ (BMELV 2007, S. 44). Einige landwirtschaftliche Nutzpflanzen wie Hanf werden mittlerweile fast gar nicht mehr angebaut (Rückgang der Anbaufläche von 4.598 ha 1996 auf 3 ha 2011) (BMELV 2007, S. 123). Auch im Bereich der landwirtschaftlichen Tierhaltung sind 50 der 63 heimischen Rassen gefährdet. Aber auch durch eine geringe genetische Populationsgröße geht die genetische Vielfalt innerhalb von Rassen zurück (BMELV 2007, S. 456).

Des Weiteren wird die heimische Biodiversität durch das Eindringen invasiver Arten beeinflusst. Diese sind teilweise konkurrenzstärker und drängen einheimische Arten zurück. Im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt wurden auch Indikatoren zur Bewertung der Situation der invasiven Arten und deren Gefährdungswirkung erhoben. Sie sind in der Schwarzen Liste invasiver Arten zusammengestellt, die aktuell 40 Arten enthält. Gegen 6 von ihnen sind Sofortmaßnahmen zu ergreifen, die in einer Managementliste definiert sind. Als Ziel definiert die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt die Reduzierung der Nennungen auf beiden Listen (BMU 2010b, S. 21ff.) Die meisten gebietsfremden Gefäßpflanzen wurden als Zierpflanzen eingeschleppt (BfN 2008, S. 43).

Der Klimawandel als Ursache für den Biodiversitätsverlust beruht in erster Linie auf der Veränderung von Standortbedingungen und der Arealverschiebung. So führen steigende Temperaturen z.B. dazu, dass kälteliebende Pflanzen der Mittel- und Hochgebirge ihren Verbreitungsraum auf höher gelegene und damit kühlere Standorte verschieben, sofern diese vorhanden sind. Zur Zeit geht man davon aus, dass bei den prognostizierten Klimaänderungen Pflanzenarten ihr Areal um bis zu 1.000 km nach Norden 'verlegen' und um bis zu 700 m im Gebirge nach oben wandern (Hoffmann 1995 in Kuhn, G. 2007, S. 87-92). Bisher sind Höhenverschiebungen um 50 bis 100 m beobachtbar (Leuschner & Schipka 2004 in Kuhn, G. 2007, S. 87-92). Der Beitrag der Landwirtschaft zum Klimawandel ist in Kapitel 6.3 dargestellt.

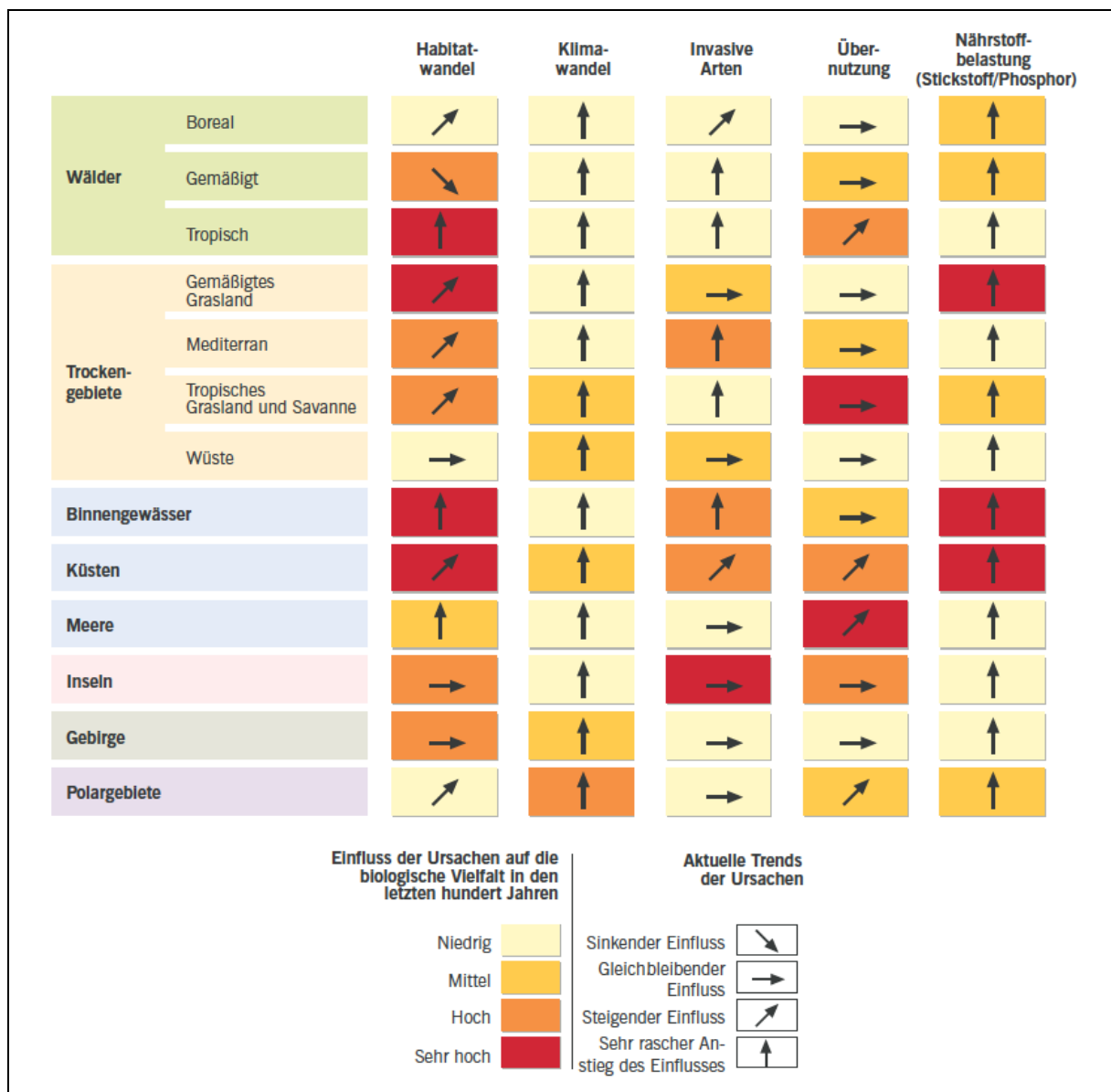
6.1.4 Zusammenfassender Überblick

Die Vielfalt an Lebensräumen (und Arten) im Agrarland entstand weitgehend erst durch landwirtschaftliche Aktivitäten und beruht vielfach auf der „Übernutzung“ (Aushagerung)

von Standorten (Haber, W. 2014, S. 52 f). Die Ursachen für den Verlust an Biodiversität liegen weltweit gesehen in der Veränderung von Lebensräumen, dem Klimawandel, dem Auftreten invasiver Arten, der Übernutzung und der Belastung mit Nährstoffen (siehe Abb. 47). Die Landwirtschaft steht wiederum mit jeder der genannten Ursachen in Wechselwirkung. Zusammengefasst beruhen die Wirkungen der Landwirtschaft auf die Biodiversität in Veränderungen der Flächennutzung, im Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und damit der Nivellierung von Standortunterschieden, der Einstellung der landwirtschaftlichen Nutzung auf Grenzertragsstandorten und der Zerschneidung und Ausräumung der Landschaft.

Der SRU nennt 1985 die Landwirtschaft als „Hauptverursacher des Arten- und Biotoprückganges (...) mit allen für sie durchgeführten landschaftsverändernden Maßnahmen wie Flurbereinigung, Wirtschaftswegebau und Melioration. Ihren Einwirkungen wird die Gefährdung von 339 Pflanzenarten (58,3%) angelastet“ (SRU 1985, S. 165). Reidsma et al. beziffern die ökologische Qualität (bewertet in Abhängigkeit der Produktionsintensität) von Ackerbau und Dauerkultursystemen in der EU 25 mit durchschnittlich 10% (6-24%) des ursprünglichen Wertes. Grünlandssysteme werden mit einem Wert von 26% höher bewertet (Reidsma, P. et al. 2006, S. 95) Auch aktuell muss davon ausgegangen werden, dass die Landwirtschaft einen wesentlichen negativen Einfluss auf die Biodiversität hat. Keiner der betrachteten Indikatoren und Wirkfaktoren zeigt zum jetzigen Zeitpunkt eine Förderung der Biodiversität. Dies entspricht auch der globalen Lage (siehe Abb. 46). Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass Richtlinien und Strategien sowie die darin definierten Indikatoren und Schutzmechanismen teils erst in jüngerer Vergangenheit umgesetzt wurden oder sich in Entwicklung befinden, z.B. Forderungen nach ökologischen Vorrangflächen im Rahmen des GAP-Reformprozesses 2013; Bereitstellung ökologisch und landeskulturell bedeutsamer Flächen – Umsetzung auf Gemeindeebene in Abhängigkeit der Intensität des Pflanzenschutzes (Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern 2012). Vielfach sind Trends der Indikatorenentwicklung noch nicht zu benennen. Allerdings deutet das vielfache Fehlen von Schutzmechanismen wie z.B. Managementplänen darauf hin, dass eine rasche Verbesserung der Situation nicht zu erwarten ist.

Abb. 45: Hauptursachen für Veränderungen der biologischen Vielfalt der Ökosysteme



Quelle: BfN 2007, S. 75.

6.2 Boden

6.2.1 Begriffsbestimmung

„Ein Boden ist Teil der belebten obersten Erdkruste, er ist nach unten durch festes oder lockeres Gestein, nach oben durch eine Vegetationsdecke bzw. die Atmosphäre begrenzt, während er zur Seite gleitend in benachbarte Böden übergeht“ (Scheffer/Schachtschabel 1992, S. 1). Böden bestehen aus mineralischen und organischen Substanzen sowie Bodenwasser und Bodenluft in verschiedener Zusammensetzung.

Böden bilden in Zusammenspiel mit Sonne, Wasser und Luft die Grundlage des terrestrischen Lebens und die Voraussetzung für Ackerbau, Tierhaltung und die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe. Ausgangspunkt der Entwicklung und Erhaltung von Böden ist eine geschlossene Pflanzendecke.

Böden erbringen eine Vielzahl an Funktionen. § 2 Abs. 2 des deutschen Bodenschutzgesetzes definiert folgende Funktionen (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG):

1. natürliche Funktionen
 - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
 - b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
 - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,
2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
3. Nutzungsfunktionen
 - a) Rohstofflagerstätte,
 - b) Fläche für Siedlung und Erholung,
 - c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
 - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Im Bodenschutzgesetz wird eine Vorsorgepflicht gefordert, „gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen (...), die durch (...) Nutzung auf dem Grundstück oder in dessen Einwirkungsbereich hervorgerufen werden können“ (§ 7 Bodenschutzgesetz). Diese Vorsorgepflicht wird durch „die gute fachliche Praxis erfüllt“, die in § 17 Bodenschutzgesetz beschrieben ist.

Tab. 32: Definition der guten fachlichen Praxis im Bundes-Bodenschutzgesetz (§ 17)

(2) Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürlicher Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört insbesondere, dass

1. die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
2. die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
3. Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, so weit wie möglich vermieden werden,
4. Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden,
5. die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, erhalten werden,
6. die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert wird und
7. der standorttypische Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität erhalten wird.

Quelle: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG)

Die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung laufende Bodenschutzerhebung wird zukünftig weitere Daten zum Bodenzustand und davon abgeleitet zu notwendigen Schutzbemühungen liefern.

6.2.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Das Bodenschutzgesetz definiert schädliche Bodenveränderungen als „Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen“ (§ 2 Abs. 3 Bundes-Bodenschutzgesetz -BBodSchG)). Das Gesetz sieht demnach auch die Nutzungsfunktionen als schutzwürdig an. Der SRU hat jedoch schon 1985 angemerkt, dass Nutzungsfunktionen – mit Ausnahme der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung – eher Flächenfunktionen als Bodenfunktionen sind, „vor denen Boden oft gerade geschützt werden soll“ (SRU 1985, S. 179). Aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes erscheinen vor allem die natürlichen Funktionen des Bodens schützenswert, d.h. Erhaltung des Bodens als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen, als Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen, sowie als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, speziell auch zum Schutz des Grundwassers (vgl. DRL 1986).

Diese Nutzungsfunktionen des Bodens werden durch folgende Belastungen gefährdet:

- Flächeninanspruchnahme, -versiegelung
- Immissionsbelastung
- Boden(schad)verdichtung und mechanische Belastung

- Erosion
- Humusabbau

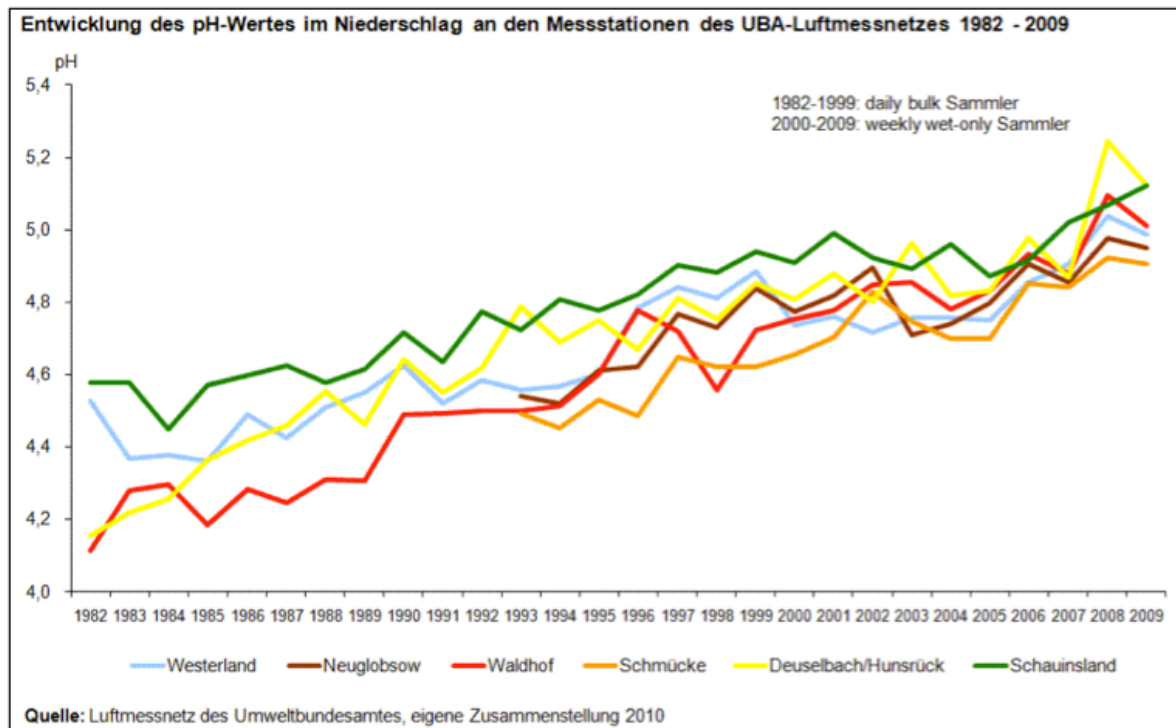
Die Flächenversiegelung für Industrie, Infrastruktur und Siedlung ist in Kapitel 4 dargestellt. Durch die Versiegelung der Oberfläche verliert der Boden, der für die Errichtung vieler Bauwerke sogar ganz oder teilweise entfernt wird, die Fähigkeit zur Erfüllung der oben unter Nr. 1, 2, 3a und 3c genannten Funktionen oder Leistungen. Hierin zeigt sich eine kaum lösbare Grundproblematik des Bodenschutzes.

Immissionen, d.h. stoffliche Einträge gelangen zum einen über atmosphärische Depositionen in den Boden (Knappe, F. et al 2008, S. F5). Allerdings werden Böden auch direkt durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie das Ausbringen von Klärschlämmen, Aushübe oder den Austrag aus Deponien stofflich belastet. Stoffliche Belastungen können ferner von Säurebildnern, Schwermetallen, organischen und anorganischen Stoffen ausgehen.

Insgesamt können sich die stofflichen Belastungen des Bodens sowohl auf seine natürlichen Funktionen (siehe oben Nr. 1) als auch auf die Nutzungsfunktion für die Land- und Forstwirtschaft (Nr. 3c) negativ auswirken. So können stoffliche Belastungen zu Vergiftungen der Bodenorganismen oder des Pflanzenbestandes führen und somit über die Nahrungskette auch zu Vergiftungen von Tieren und Menschen. Stoffliche Belastungen des Bodens können darüber hinaus auch die Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungsleistungen des Bodens negativ beeinflussen. Der Boden kann unter normalen Umständen schädliche Stoffe anlagern, umwandeln und filtern, stoffliche Belastungen können jedoch zu einer Überlastung dieser Funktion führen, so dass die Bindungsfähigkeit zurückgeht. Schädliche Stoffe werden dann im Bodenwasser gelöst und können von Pflanzen aufgenommen oder in das Grundwasser ausgewaschen werden.

Als eine der Quellen der Versauerung land- und forstwirtschaftlicher Böden wurde besonders in den 1980er Jahren der saure Regen diskutiert, der vor allem für Waldschäden verantwortlich gemacht wurde (SRU 1983, SRU 1985). Nach Scheffer/Schachtschabel (1992, S. 115) ist „durch den verstärkten Säureeintrag aus der Atmosphäre (...) der pH-Wert in vielen Waldböden Nord- und Mitteleuropas in den letzten 3-6 Jahrzehnten um bis zu ca. eine pH-Einheit gesunken“. Die Acidität des Niederschlags wurde in erster Linie durch Schwefel- und Stickstoffoxide hervorgerufen.

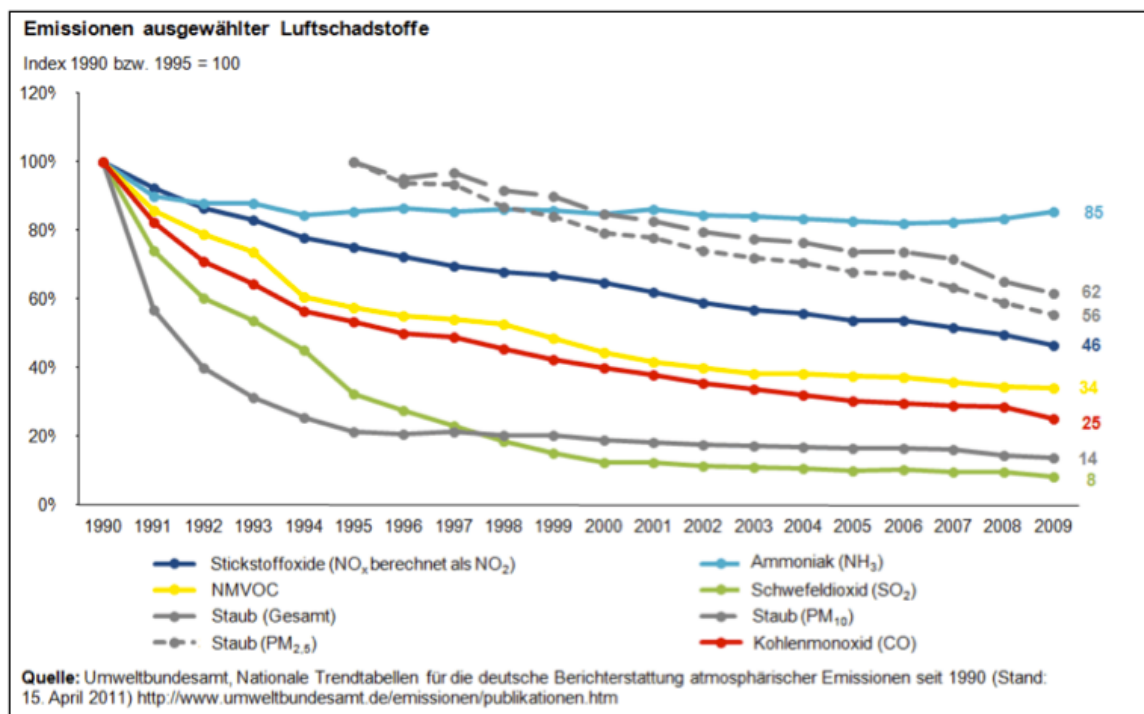
Abb. 46: Entwicklung des pH-Wertes im Niederschlag 1982 bis 2009



Quelle: Luftmessnetz des Umweltbundesamtes 2010

1983 wurde daraufhin die „Verordnung für Großfeuerungsanlagen“ erlassen und 2004 die Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV), die die europäische Großfeuerungsanlagen-Richtlinie aus dem Jahre 2001 umsetzt. Diese Verordnungen dienen dem Ziel, Staub- und Stickstoffoxid-Emissionen aus Kraftwerken einzuschränken. Ebenso wurden Katalysatoren in Kraftfahrzeugen verpflichtend, um den Gehalt an Stickstoffoxiden in den Abgasen zu vermindern. Durch diese Maßnahmen hat sich der Ausstoß von Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden stark verringert, und der pH-Wert der Niederschläge ist in den letzten Jahren kontinuierlich wieder angestiegen (siehe Abb. 48).

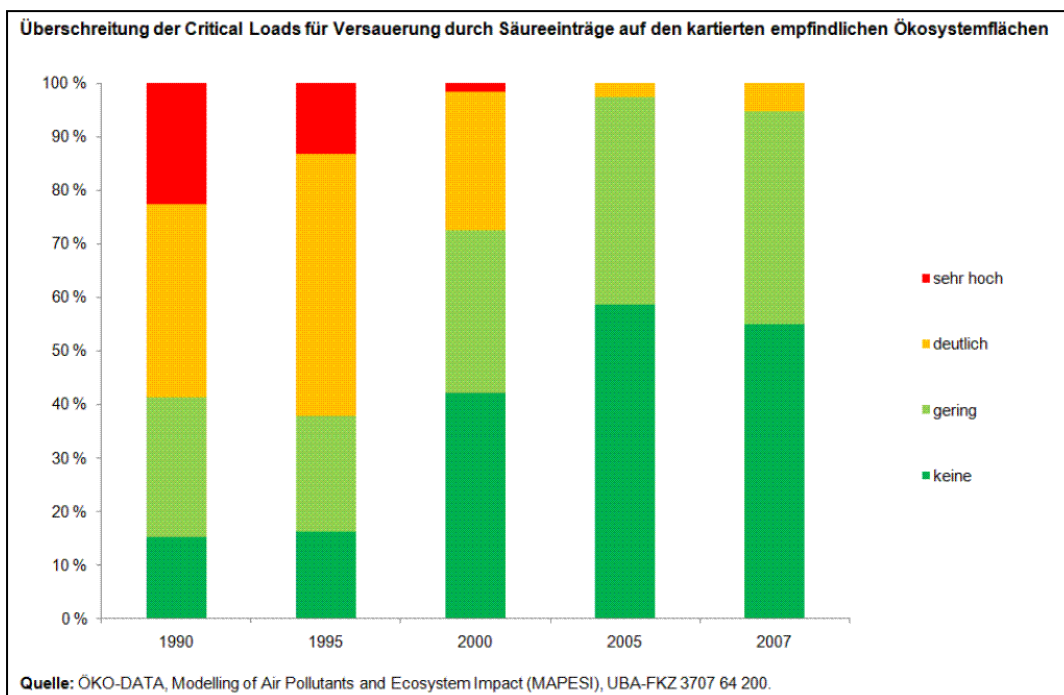
Abb. 47: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



Quelle: Umweltbundesamt 2013a

Immer noch werden aber die „Critical Loads für Versauerung auf ca. 85% der Fläche empfindlicher Ökosysteme überschritten“ und als eine der Hauptgefahren für die Biodiversität eingestuft (BMU o.J., S. 78).

Abb. 48: Überschreitung der Critical Loads für Versauerung durch Säureeinträge auf den kartierten empfindlichen Ökosystemflächen



Quelle: Umweltbundesamt 2011h

Schwermetalle gelangen in landwirtschaftliche Böden über Luftdepositionen, Dünge- und Pflanzenschutzmittel und Klärschlämme. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sind für die Belastung von Böden mit Schwermetallen folgende Vorsorgewerte festgelegt.

Tab. 33: Bodenvorsorgewerte nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung

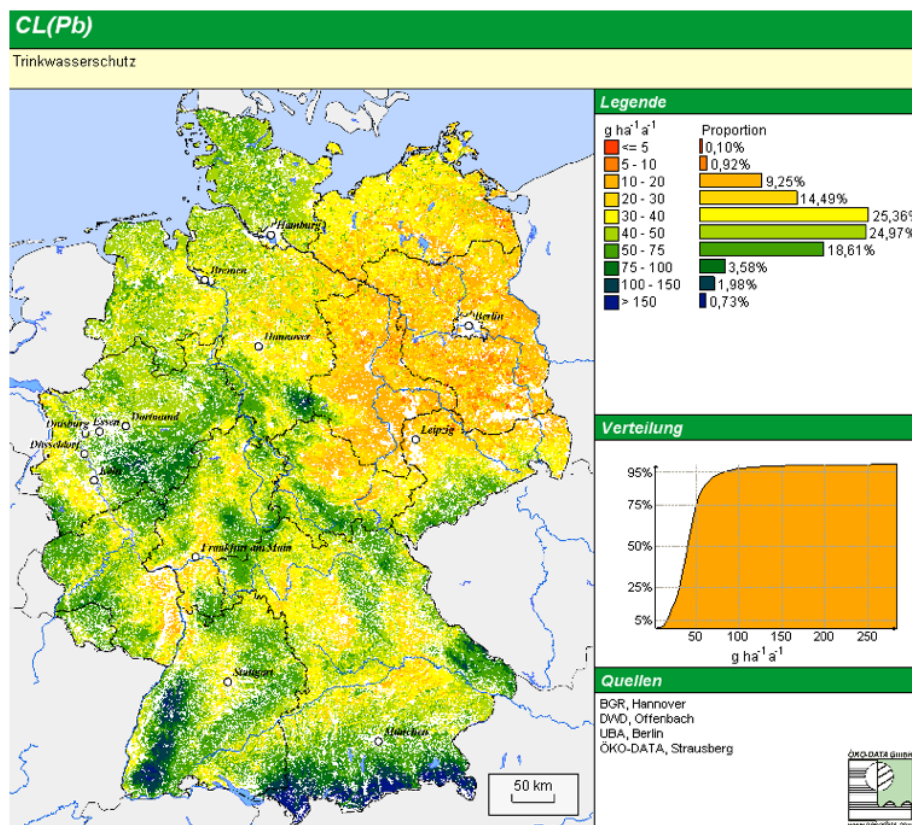
	Cadmium (Cd)	Chrom (Cr)	Kupfer (Cu)	Quecksilber (Hg)	Nickel (Ni)	Blei (Pb)	Zink (Zn)
Ton	1,5	100	60	1	70	100	200
Lehm/Schluff	1	60	40	0,5	50	70	150
Sand	0,4	30	20	0,1	15	40	60

angegeben in mg/kg Trockensubstanz

Quelle: BMELV & BMU 2002, S.2

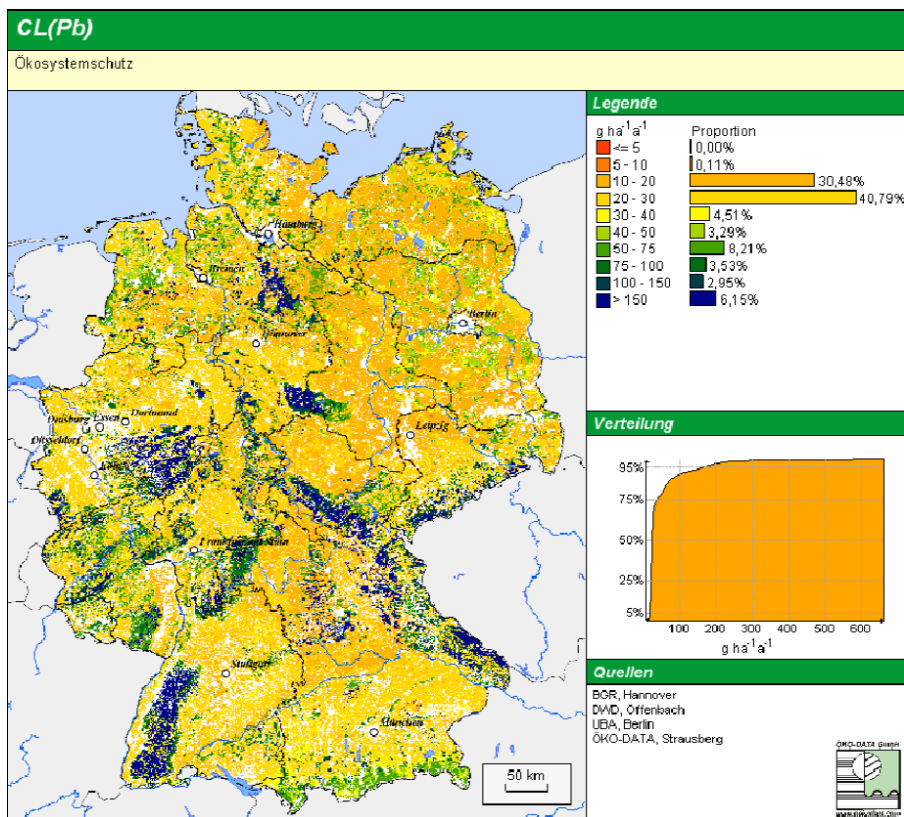
Die Stoffeinträge von Blei und Cadmium werden wesentlich durch die atmosphärische Deposition bestimmt. Für Blei, Cadmium und Quecksilber liegen Critical Loads (wirkungsbasierte ökologische Belastungswerte) vor, die zum einen in Bezug zum Gesundheitsschutz, d.h. Trinkwasserschutz, und zum anderen in Bezug auf den Schutz der Ökosysteme ausgewiesen werden. Die Critical Loads werden in Deutschland für Blei und Quecksilber teils überschritten, bei Cadmium treten kaum Überschreitungen auf (Abb. 50 bis 52).

Abb. 49: Critical Loads für Blei – Trinkwasserschutz



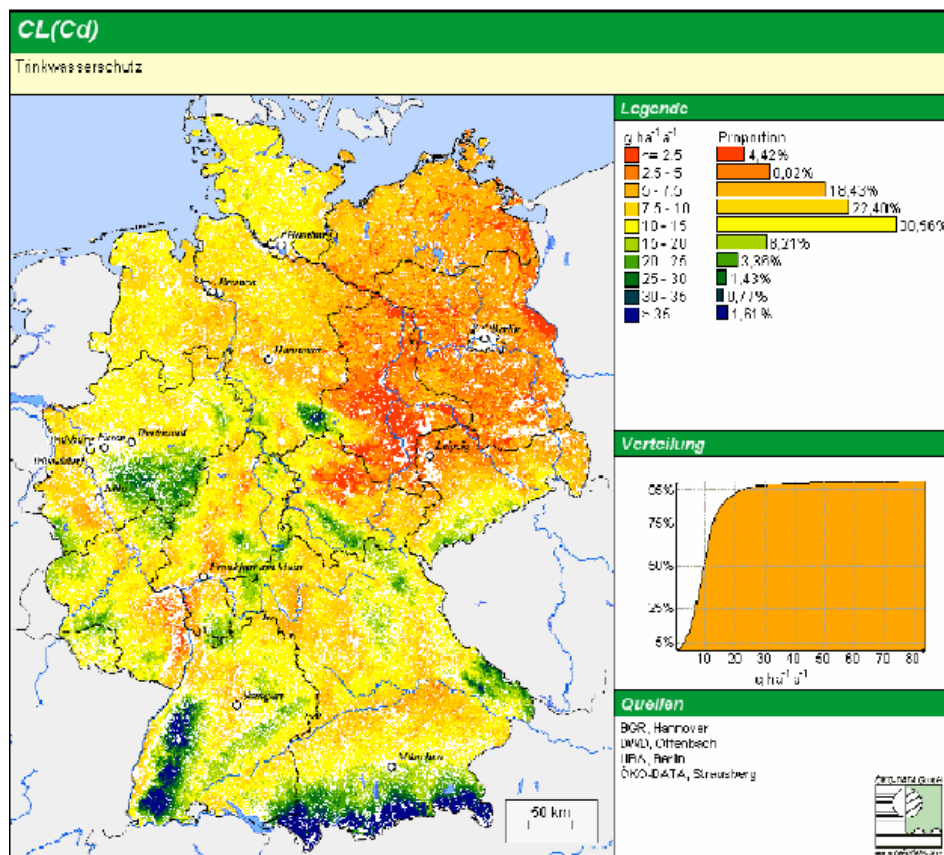
Quelle: Umweltbundesamt 2012n

Abb. 50: Critical Loads für Blei – Ökosystemschutz



Quelle: Umweltbundesamt 2012 n

Abb. 51: Critical Loads für Cadmium – Trinkwasserschutz



Quelle: Umweltbundesamt 2012n

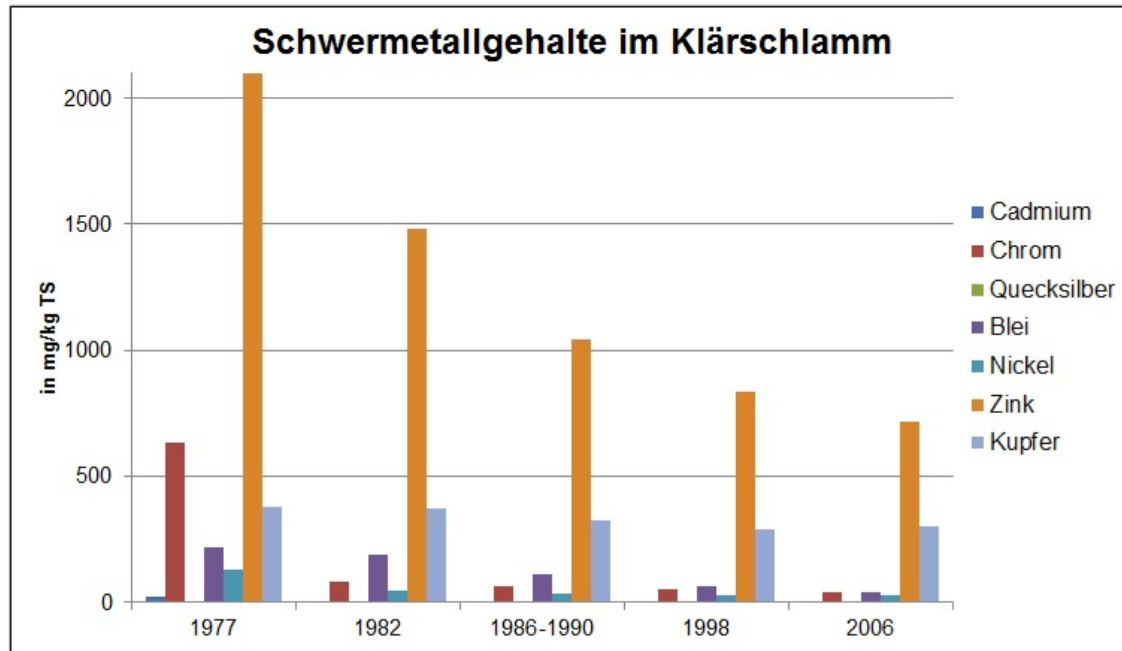
Die Belastung des Bodens durch Dünge-, Pflanzenschutz und Futtermittel wird in Kapitel 6.2 eingehend dargestellt. An dieser Stelle wird insbesondere auf die Belastung durch Klärschlämme eingegangen, die jedoch auch im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Bodennutzung zu sehen ist, da Klärschlamm auch der Zufuhr von Nährstoffen dienen kann.

Exkurs: Verwendung und Belastung von Klärschlamm

Die Ausbringung von Klärschlamm wird in der EU über die Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft geregelt. In Deutschland ist die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft durch die Klärschlammverordnung von 1992 festgelegt. Sie enthält Grenzwerte für die Belastung des Klärschlammes mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen – wie organischen Schadstoffen – und beschreibt die Voraussetzungen des Bodens, auf dem der Klärschlamm ausgebracht werden soll (§ 4, Ausbringungsverbote und Beschränkungen). Die EU-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedsstaaten, der Kommission regelmäßig Berichte zum Klärschlammaufkommen, zur Klärschlammqualität und zur Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft vorzulegen. Der deutsche Bericht von 2007 zeigt, dass die zu entsorgende Klärschlammmenge von 1998 bis 2009 kontinuierlich abgenommen hat, wobei der Grund in der anaeroben Klärschlammbehandlung gesehen wird (Umweltbundesamt 2012c, S. 49). Zwischen 2004 und 2006 hat außerdem der Gehalt aller untersuchten Stoffe – mit Ausnahme von Stickstoff und Phosphor - abgenommen. Insbesondere für die Schwermetalle ist deren Gehalt seit 1977 rückläufig. Diese Reduktion

ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Schwermetalle schon am Ort ihrer Entstehung zurückgehalten werden und damit gar nicht in die Abwassersysteme gelangen (Bankamp, A. 2008, S. 69).

Abb. 52: Schwermetallgehalt im Klärschlamm

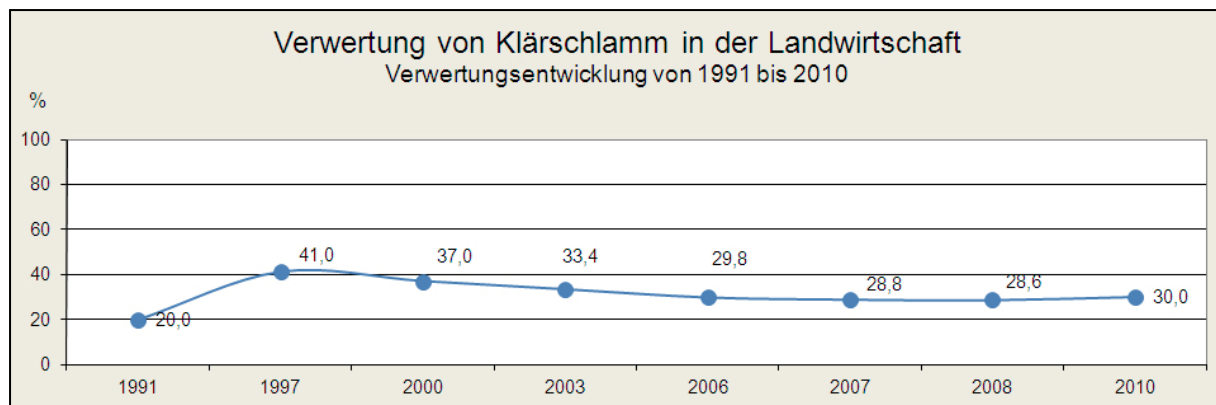


Quelle: eigene Darstellung nach Bundesumweltamt 2012b, S. 11

Es kann demnach festgehalten werden, dass sich die Belastung der Klärschlämme mit Schadstoffen seit 1985 vermindert hat. Dennoch ist Klärschlamm weiterhin mit Abstand der Nährstoffträger mit der höchsten Schadstoffbelastung (Fehrenbach, H. & Knappe, F. 2007).

Klärschlamm wird in Deutschland überwiegend verbrannt (52,5%, Stand 2009). Daneben werden in der Landwirtschaft mit ca. 30% (siehe Abb. 54) und im Landschaftsbau mit ca. 16% wesentliche Anteile des Klärschlamms verwendet. 2010 entstand in Deutschland eine Klärschlammmenge von 1,9 Mio. t, wovon 588.000 t in der Landwirtschaft verwendet wurden (BMU 2012b). Nach der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) von 1992 dürfen innerhalb von drei Jahren maximal 5 t (Trockensubstanz)/ha auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden. Daraus ergibt sich eine minimale Fläche von 352.800 ha, die mit Klärschlamm gedüngt wird, was einem Anteil von 2,1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands entspricht. Da der Anteil an mit Klärschlamm gedüngten Böden 1985 mit 2-4% der landwirtschaftlich genutzten Fläche angegeben wurde (SRU 1985, S. 194) wurde, hat sich insgesamt keine Veränderung ergeben.

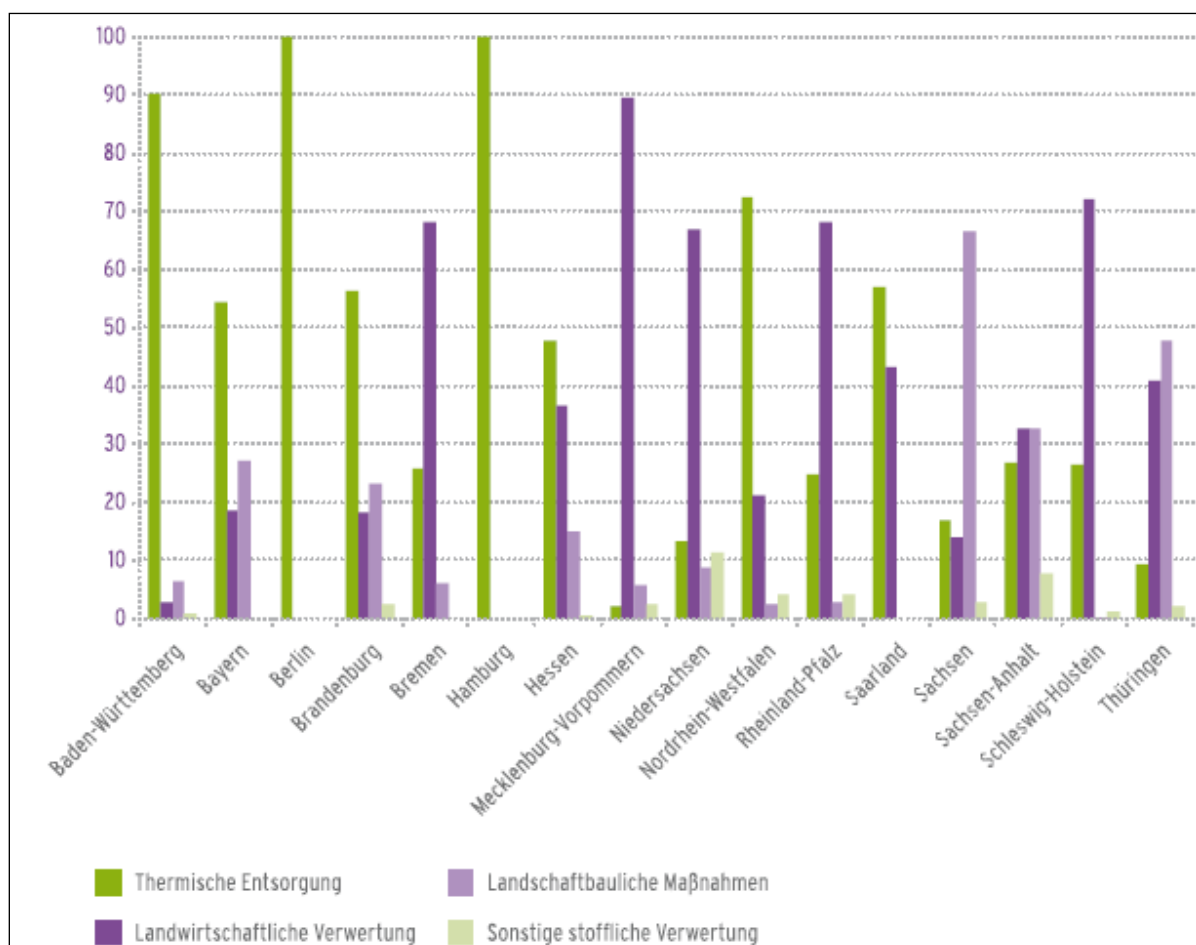
Abb. 53: Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft



Quelle: BMU 2012b

Die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft stellt sich jedoch zwischen den Bundesländern sehr unterschiedlich dar. So werden in Schleswig-Holstein 70% der im Land anfallenden Klärschlämme an die Bauern abgegeben, während Bayern und Baden-Württemberg „aus der landwirtschaftlichen Klärschlamm-Verwertung“ aussteigen wollen (Umweltbundesamt 2010a, S. 24f.)

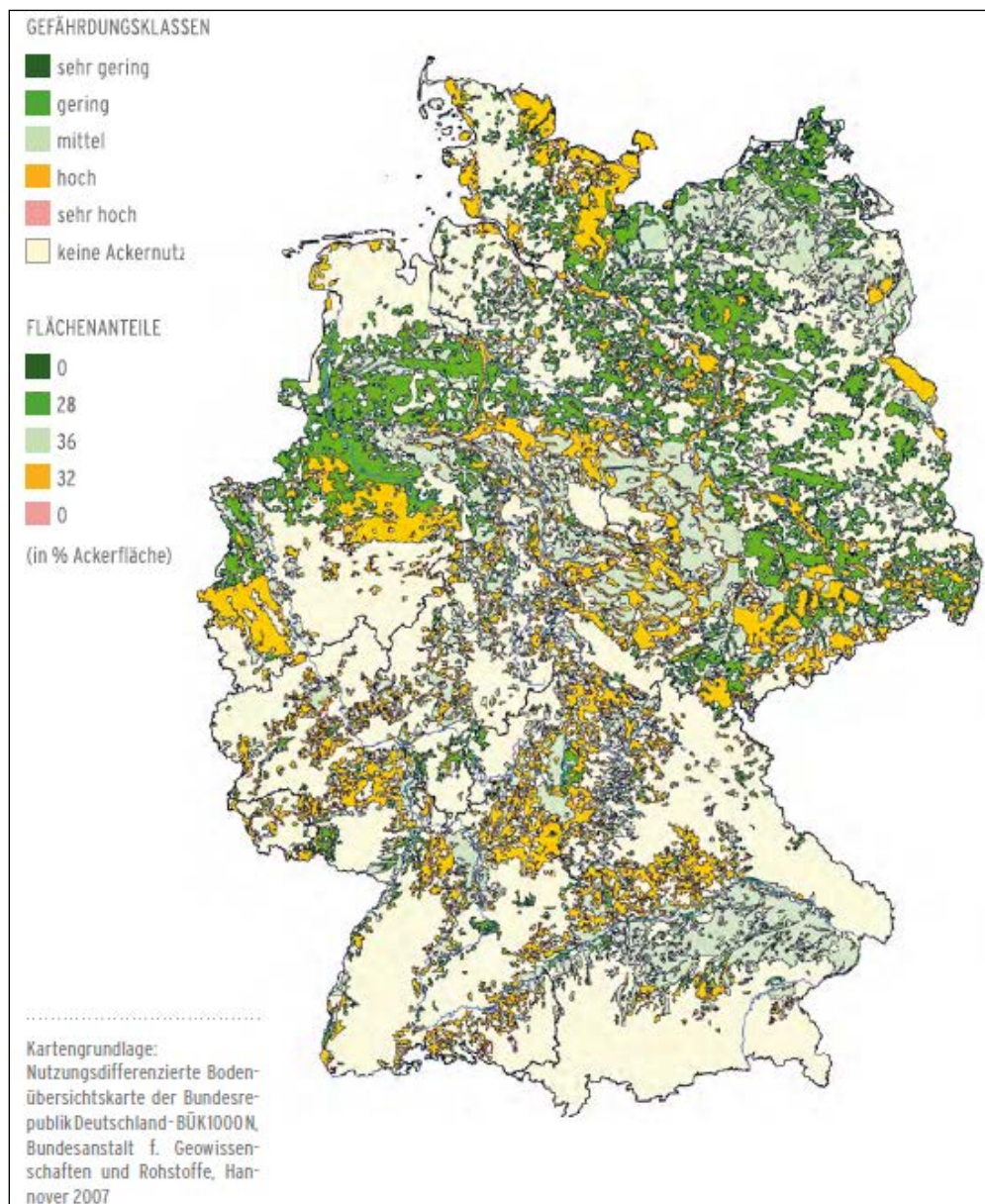
Abb. 54: Prozentuale Verteilung der Entsorgungswege in den Bundesländern 2010 (%)



Quelle: Umweltbundesamt 2012c, S. 49 nach DESTATIS

Mechanische Belastungen des Bodens können zu Zerstörungen des Bodengefüges und zu Boden(schad)verdichtungen führen. Beeinträchtigungen des Bodengefüges und Verdichtungen entstehen dadurch, dass die natürliche Traglast des Bodens überschritten wird. Das Bodengefüge weist eine gewisse Elastizität auf, d.h. es kehrt nach begrenzten Belastungen in seine ursprüngliche Form und Struktur zurück. Überschreitet die Belastung die natürliche Traglast, entstehen irreversible Veränderungen am Bodengefüge, d.h. der Boden geht nicht in seinen ursprünglichen Zustand zurück. Vielmehr werden die Bodenteilchen enger aneinander gepresst und Poren zur Führung von Luft und Wasser gehen verloren. Daneben spielt auch die Bodenschерung eine Rolle, d.h. das Bodengefüge wird seitlich verschoben, wodurch die Porenführung ebenfalls verändert wird. Abbildung 56 zeigt die Ergebnisse einer auf Annahmen beruhenden Modellierung der von Bodenverdichtung betroffenen Flächen.

Abb. 55: Gefährdung der Leistungsfähigkeit von Unterböden der Ackerflächen bei einer mittleren Bodenfeuchte von 80% der Feldkapazität (durch Bodenschadverdichtung)



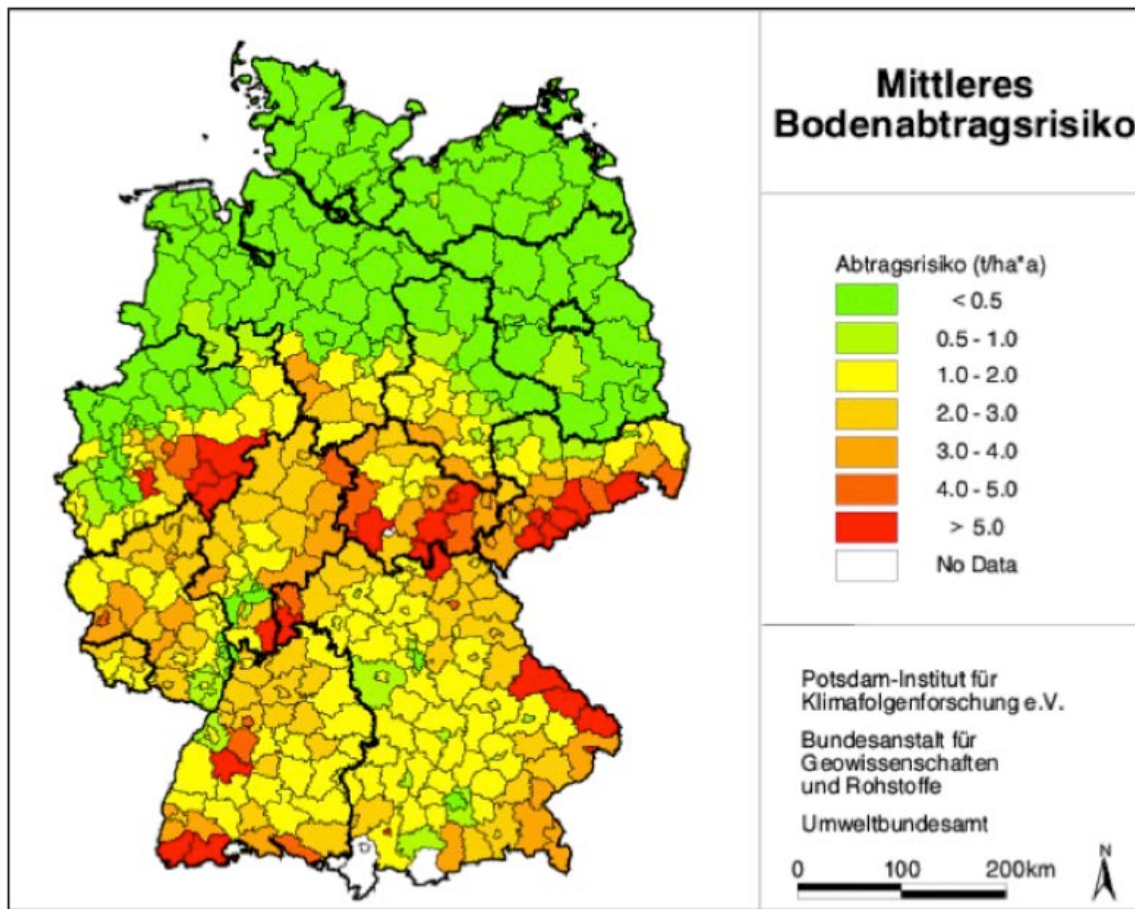
Quelle: Lebert, M. 2004, S. 70

Eine Bodenschadverdichtung liegt vor, wenn das Porensystem die Führung von Luft, Wasser und Nährstoffen nicht mehr erbringen kann (Luftkapazität unter 5%, gesättigte Wasserleitfähigkeit weniger als 10 cm am Tag, Feldgefügeansprache vor Ort: Bewertungsstufen 4-5 (Lebert, M. 2004, S. 56). „Als Bodenschadverdichtung wird diejenige Bodenverdichtung bezeichnet, deren Gefügeveränderung negative Auswirkungen auf die Produktionsfunktion (Ertrag, Kosten), die Regelungsfunktion (Infiltration, Stoffverlagerung) und die Lebensraumfunktion (Bodentiere) des Bodens hat.“ (Sommer, C. et al. 2002, S. 15). Von Bodenschadverdichtungen ist in erster Linie der Unterboden gefährdet, da lockernde Arbeitsgänge diese Bodenschicht nicht erreichen. Boden(schad)verdichtungen können zur erschwerten Aufnahme von Niederschlag, zu Oberflächenabfluss und Erosion führen. Des Weiteren können Boden(schad)verdichtungen Wasserstau und Luftmangel bedingen, der dann wiederum zu Denitrifikation und Stickstoff-Verlusten führt. Auch wird die Durchwurzelbarkeit des Bodens beeinträchtigt, was Ertragsminderungen hervorrufen kann. Insgesamt ist auch die Bearbeitbarkeit der Böden erschwert (Buchner, W. 2003, S. 36-45).

Einfluss auf die Entstehung von Schädigungen des Bodengefüges und von Bodenschadverdichtungen haben Bodeneigenschaften wie Bodenfeuchte, Bodenart, Anteil organischer Substanzen, Vorverdichtungen und Scherwiderstand des Bodens. Mechanische Einflüsse entstehen durch die Radlast, Kontaktfläche, Reifeninnendruck, Überrollhäufigkeit, Belastungsdauer, Reifenschlupf und Reifenstollen der im Ackerbau eingesetzten Maschinen und Fahrzeuge (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2010, S. 13).

Erosion bezeichnet „die Verlagerung von Bodenmaterial entlang der Oberfläche durch Wasser oder Wind“ (Scheffer/Schachtschabel 1992, S. 468).

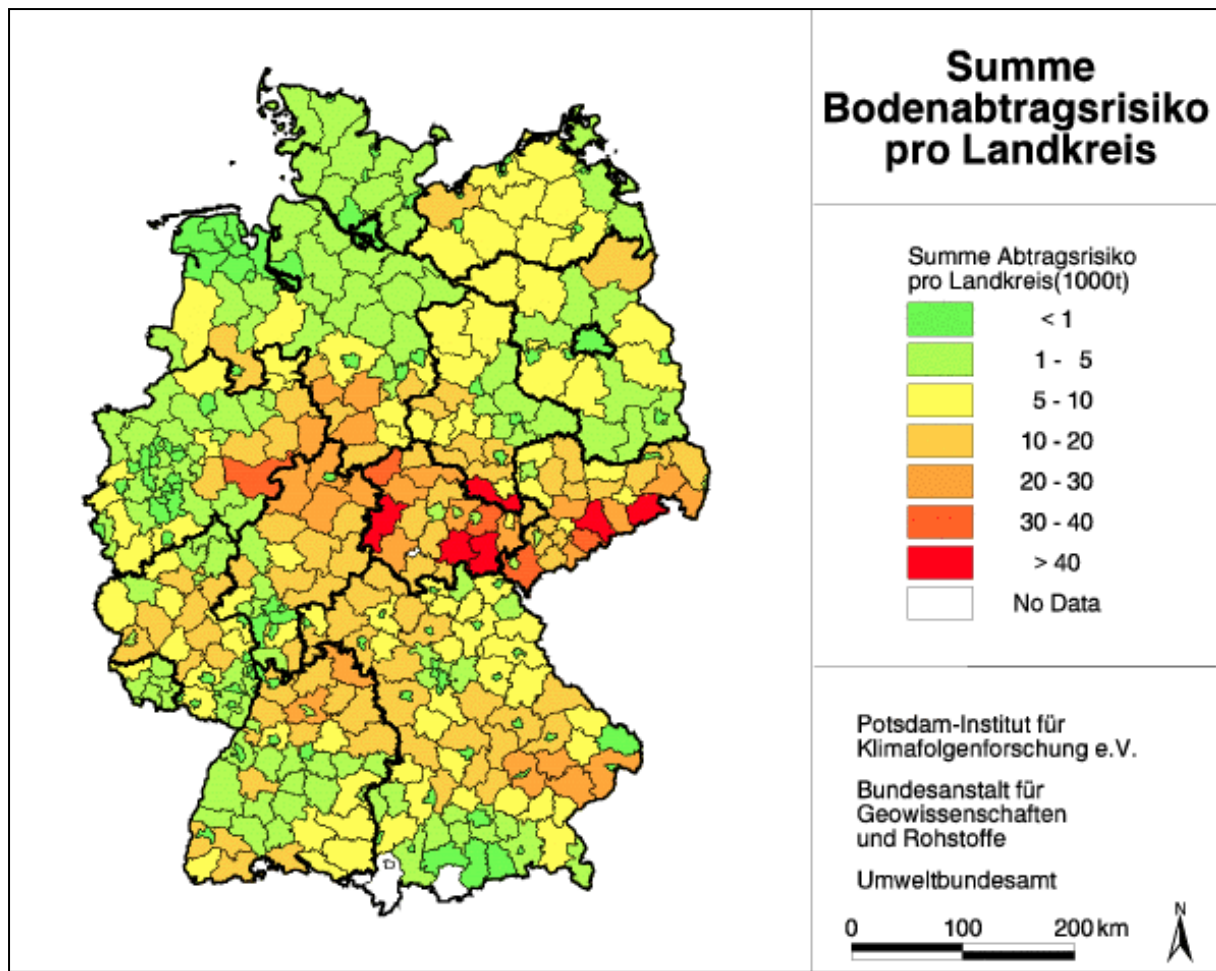
Abb. 56: Mittleres jährliches Bodenabtragsrisiko durch Wassererosion pro Landkreis (in t/ha)⁵



Quelle: Erhard, M. et al. 2002, S.70

⁵ „Unter Verwendung der Isoerodentenkarte nach Sauerborn (1994), einem P-Faktor von 1 (ohne Erosionsschutzmaßnahmen) und einem C-Faktor gemittelt aus 12 zufällig verteilten Bodennutzungskarten unter konventioneller Bewirtschaftung wurde für die Landbedeckungskategorie Acker ein mittleres jährliches Abtragsrisiko von 1,4 t/ha*a ermittelt, mit einer Schwankungsbreite von 0,014 bis 24,7 t/ha*a“ (Erhard, M. et al. 2002, S.71)

Abb. 57: Summe Bodenabtragsrisiko pro Landkreis (durch Wind- und Wassererosion)



Quelle: Erhard, M. et al. 2002, S.70

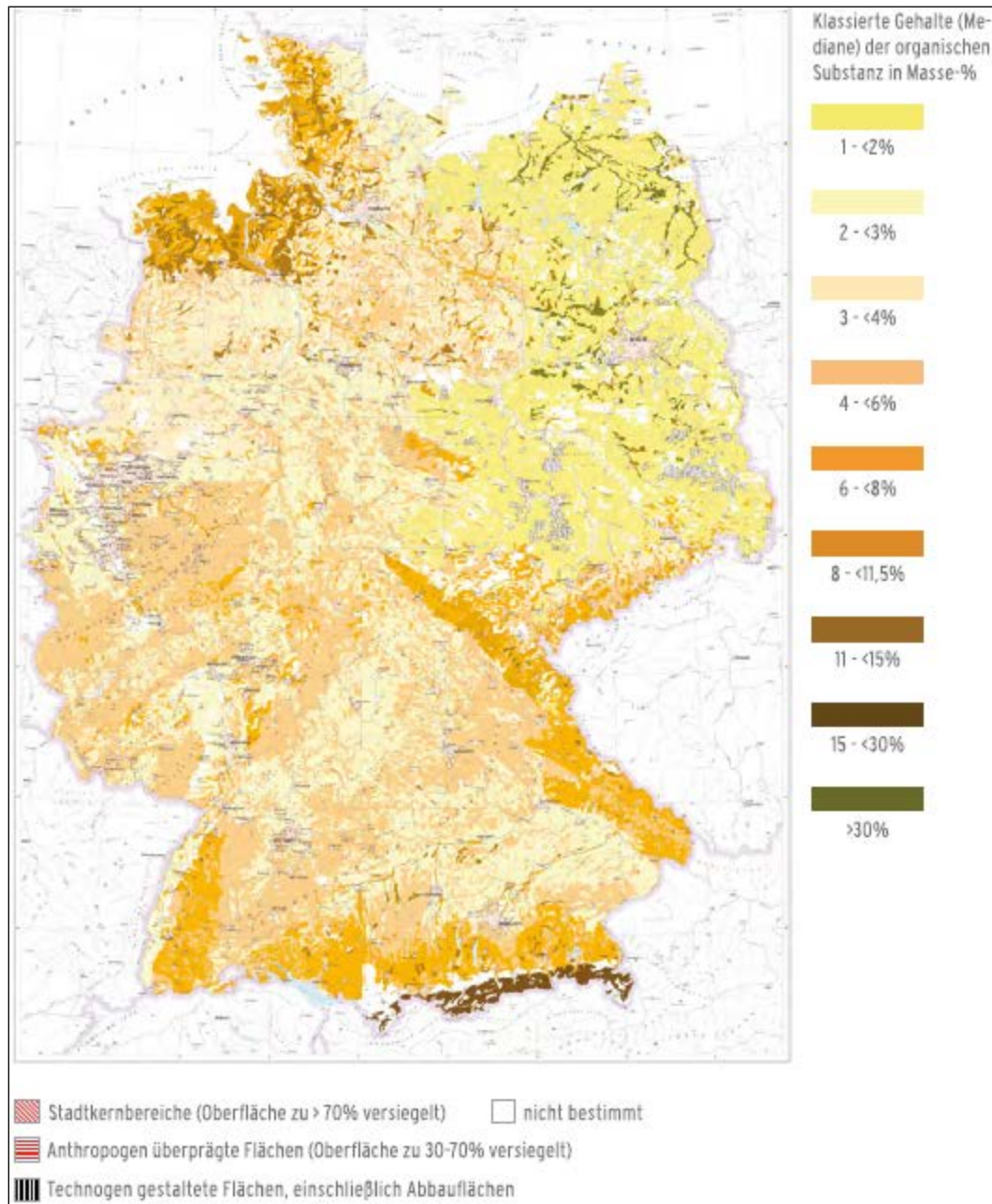
Die Relevanz der Erosion ergibt sich aus dem Abtrag des ertragreichen Oberbodens, wodurch die landwirtschaftliche Nutzungsfunktion des Bodens, aber auch seine natürlichen Funktionen wie Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften negativ beeinflusst werden. Überschreitet die Erosion die Rate der Bodenneubildung, wird der Boden irreversibel geschädigt. In Europa beträgt die Rate der Bodenneubildung im Durchschnitt ca. 0,5 t pro ha und Jahr (Alexandrovskiy, A.L. 2007; Sauer, D. et al. 2007. in: KBU 2008, S. 31). Dem steht eine durchschnittliche jährliche Wasser-Erosionsrate von ca. 2 t pro ha und Jahr auf deutschen Ackerflächen gegenüber (EEA 1999, S. 189). Durch die Ablagerung der erodierten Bodenteilchen an Hangsohlen oder in Gewässern trägt Erosion auch zur Eutrophierung, d.h. zur Anreicherung von Nährstoffen in einem Ökosystem bei (siehe Kapitel 6.1). Daneben können durch Winderosionen Luftverschmutzungen und lebensgefährliche Sichtbehinderungen im Verkehr (wie am in 8. April 2011 Mecklenburg-Vorpommern) entstehen.

Als Humus werden die organischen Bodenbestandteile (abgestorbene pflanzliche, tierische Teile und deren Umwandlungsprodukte) bezeichnet (Kögel-Knabner, 2002; KfÖ 2009).

Der Humusgehalt des Bodens wird in erster Linie durch Zufuhr und Umbau von organischen, vor allem pflanzlichen Substanzen bestimmt, die wiederum vom Klima

(Temperatur und Niederschlag) und den Eigenschaften des Bodens (Bodenart, pH-Wert) abhängen. Der anthropogene Einfluss auf den Humusgehalt des Bodens geht somit vom anthropogen beeinflussten Klimawandel sowie von landwirtschaftlichen Aktivitäten wie Fruchtfolgegestaltung, Düngung, Bodenbearbeitung und Landbausystem (konventionell, ökologisch) aus (Wessolek et al. 2008).

Abb. 58: Gehalt an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt 2010a, S. 49 nach Utermann, J. et al. 1999

Untersuchungen in Bayern zeigen „eine Abnahme der mittleren Corg-Gehalte (organisch gebundener Kohlenstoff) um etwa 3 % in den Acker- und Grünlandböden zwischen 1986 und 2007“. Da „beim durchschnittlichen Nt-Gehalt (Gesamtstickstoff) keine abnehmende Tendenz erkennbar“ ist, weisen „sowohl die Acker- als auch die Grünlandböden (...) einen Abfall des mittleren Corg / Nt - Verhältnisses auf“ (LfL 2010 S. 43). Im Vergleich zeigt der

ökologische Landbau das umgekehrte Bild. Hier bestehen eher eine Kohlenstoff-Über- und eine Stickstoff-Unterversorgung (Capriel, 2006 in: LfL 2010, S. 43).

Die Humussituation hat sich demnach nicht verbessert. Im Gegensatz zu den Aussagen des SRU von 1985 (SRU 1985, S. 210) liegen jedoch heute repräsentative Datengrundlagen darüber vor, und der Humusgehalt wird in Bodenroutineuntersuchungen mit bestimmt. Humusbilanzen werden auch auf betrieblicher Ebene erstellt.

Zudem wird mit der Bodenzustandserhebung (BZE) Landwirtschaft erstmalig eine deutschlandweite, konsistente und repräsentative Inventur der Kohlenstoffvorräte in den obersten 100 cm landwirtschaftlich genutzter Böden durchgeführt. Dabei werden die Vorräte an organischem Kohlenstoff in landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland erfasst. Sie leistet damit einen wichtigen Beitrag, damit Deutschland seinen Verpflichtungen gemäß der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll nachkommen kann. Die erhobenen Daten sollten in jedem Falle für weitergehende Auswertungen verfügbar gemacht werden.

Am Beispiel der Regenwürmer können die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Belastungen gezeigt werden. So führen stoffliche Belastungen, Bodenbearbeitung und Bodenverdichtungen zur Beeinträchtigung von Regenwürmern, die dann wiederum ihren Beitrag zum Humusbildung nicht leisten können und damit auch zum Humusabbau beitragen. Ebenso tragen Bodenorganismen zur Aufrechterhaltung der Pufferleistungen bei. Regenwürmer nehmen Schwermetalle auf, worüber diese in die Nahrungskette gelangen, da die schwermetallhaltigen Regenwürmer gefressen werden (SRU 1985, S. 196)

6.2.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Die Landwirtschaft ist der größte Nutzer des Bodens und hat damit einen wesentlichen Einfluss auf dessen Zustand. Landwirtschaftliche Produktionspraktiken sind maßgeblich für den Zustand des Bodens verantwortlich. Dabei beeinflusst die Landwirtschaft vor allem die natürlichen Funktionen des Bodens und wird wiederum durch den Boden in ihrer Nutzungsfunktion (siehe oben, c) beeinflusst. Im Folgenden werden diejenigen landwirtschaftlichen Faktoren dargestellt, die die Bodenfunktionen beeinflussen. Dabei wirken sich einzelnen Faktoren häufig auf mehrere Bodenfunktionen aus.

Die Landwirtschaft hat durch den verstärkten Zubau von Betriebsgebäuden (Ställe, Maschinenhallen usw.) - besonders auch im Außenbereich von Ortschaften – sowie von Wirtschaftswegen zunehmend Einfluss auch auf die Flächenversiegelung. Die Zahl von neu errichteten landwirtschaftlichen Gebäuden ist in Tab. 34 dargestellt. Die überbaute Fläche liegt demnach seit 2000 jährlich zwischen 2.375 und 3.504 ha. Allerdings ist aus der Tabelle nicht ersichtlich, ob es sich um Neuversiegelungen handelt, oder ob die überbauten Flächen schon zuvor versiegelt waren.

Tab. 34: Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude – Errichtung neuer Gebäude

		2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Genehmigte Neubauvorhaben									
Betriebsgebäude	Zahl	9.424	7.570	7.190	8.186	7.673	8.923	8.874	9.557
Fertiggestellte Bauvorhaben									
Betriebsgebäude	Zahl	9.192	7.809	6.946	7.079	7.568	7.749	7.531	8.401
durchschnittliche Größe	m³	3.007	3.322	3.276	3.355	3.394	3.600	3.976	4.171
überbaute Fläche	Ha	2.764	2.594	2.276	2.375	2.569	2.790	2.994	3.504

Quelle: BMELV 2013f

Doch nicht nur der Gebäude-, sondern auch der Wegebau tragen zur Flächenversiegelung bei. So entfiel 2003 ca. ein Drittel der Erweiterung der Verkehrsflächen – 7 ha/Tag – auf den Bau von Wegen oder Straßen für die Land- und Forstwirtschaft und die Naherholung (Jering, A. et al. 2003, S. 29). Insgesamt werden für das landwirtschaftliche Wegenetz Deutschlands Zahlenwerte von 465.696 ha, 1.164.238 km und 4,15 km/100ha LF angegeben (KTBL 2005).

Auch im Zuge von Flurbereinigungsverfahren wurden in der Vergangenheit zunehmend befestigte landwirtschaftliche Wege angelegt (siehe Kapitel 6.1). Hierdurch verliert der Boden ebenfalls seine natürlichen, archivarischen und Nutzungsfunktionen mit Ausnahme der Nutzungsfunktion d) (Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung). Weitere Aspekte der Flächenversiegelung, z. B. für die Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien, sind in Kapitel 4 beschrieben.

Tab. 35: Anteil der befestigten Wege von den in Flurneuordnungsverfahren zwischen 1986 und 2001 hergestellten Wegen in ausgewählten Bundesländern

Bundesland	Ausgewertete Weglänge (km)	befestigt (%)	unbefestigt (%)
Baden-Württemberg	8.952	69,8	30,2
Bayern	23.511	50,7	49,3
Nordrhein-Westfalen	3.248	84,9	15,1
Schleswig-Holstein	1.016	99,4	0,6

Quelle: KTBL 2005

Stoffliche Einträge (Immissionen) aus dem Bereich der Landwirtschaft gelangen vorwiegend aus folgenden Quellen in den Boden:

- Düngemittel aus mineralischen und organischen Quellen
- Pflanzenschutzmittel
- Schwermetalle als Bestandteile von Pflanzen- und Düngemitteln

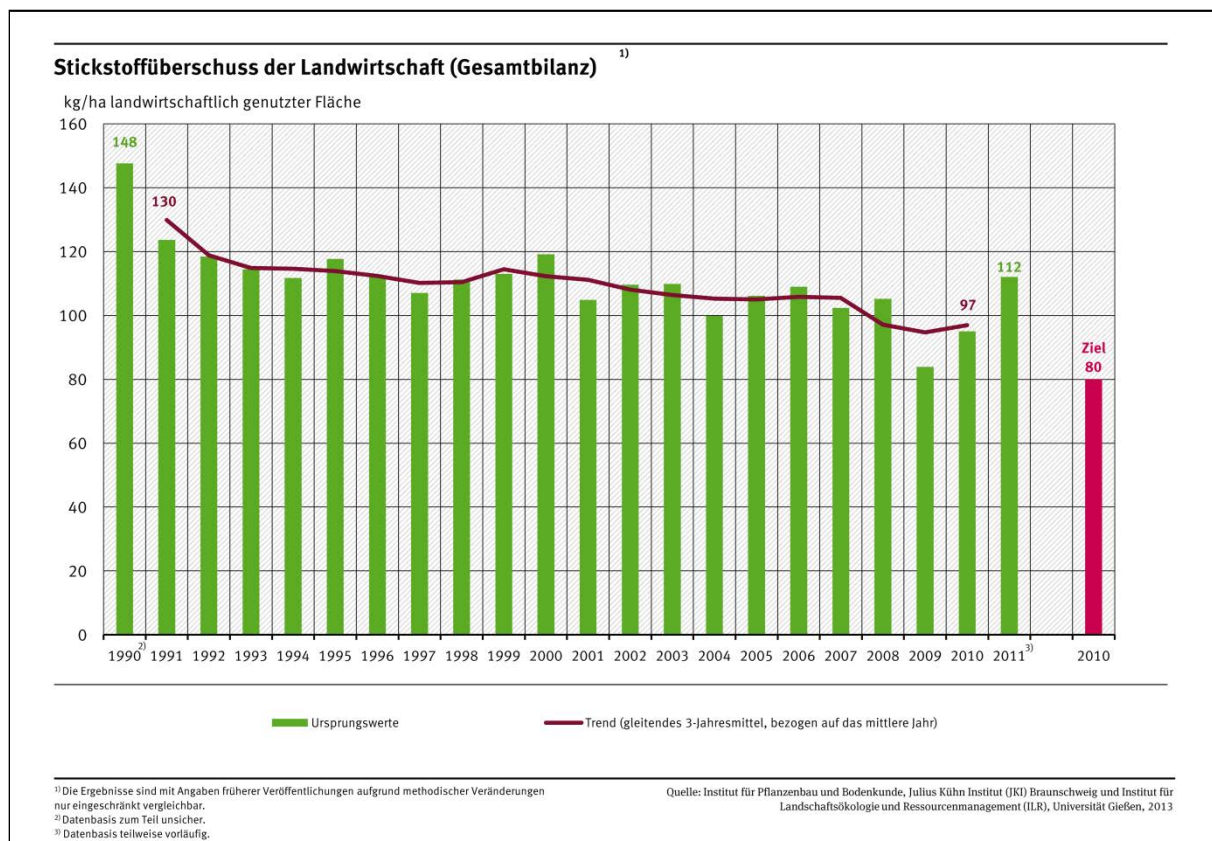
Durch Düngemaßnahmen werden Pflanzennährstoffe in den Boden eingebracht. Es wird unterschieden zwischen mineralischen und organischen Düngemitteln. Im Zusammenhang mit Düngemaßnahmen wirken sich vor allem die Überdüngung, aber auch der Eintrag von Schadstoffen, die neben den Pflanzennährstoffen in Düngemitteln

enthalten sind (Knappe, F. et al. 2008, S. F3) negativ auf den Boden aus. Schon geringe Mengen an eingebrachten Nährstoffen verändern das Gleichgewicht im Boden. So beeinflussen „die mineralischen Stickstoffdünger (...) auch den Säuregehalt, weil der Stickstoffkreislauf im Boden eng mit dem Kreislauf der Wasserstoff-Ionen (H⁺) als Hauptsäurebildner verknüpft ist“ (SRU 1985, S. 214). Auch Mikroorganismen werden durch Nährstoffe im Boden beeinflusst und in ihrer mikrobiellen Aktivität eingeschränkt.

Da Stickstoff im Boden nicht dauerhaft festgelegt wird, besteht bei übermäßiger oder nicht zeitlich angepasster Stickstoffdüngung vor allem die Gefahr der Auswaschung in das Grundwasser (siehe Kapitel 6.7) und die negative Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch Qualitätseinbußen (z.B. Lager bei Getreidebeständen) sowie erhöhter Krankheits- und Schädlingsdruck. Diesen Effekten beim Pflanzenwachstum ist dann wiederum mit weiteren chemischen Mitteln wie Halmverkürzer, Halmfestiger und Pestiziden zu begegnen.

Die Stickstoffbilanz, d.h. der Stickstoffsaldo, der Böden schwankt jährlich, ist jedoch tendenziell seit 1990 rückläufig. Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt sieht bis 2010 eine Begrenzung des Stickstoffbilanzüberschuss auf 80kg N/ha und Jahr vor (BMU 2007).

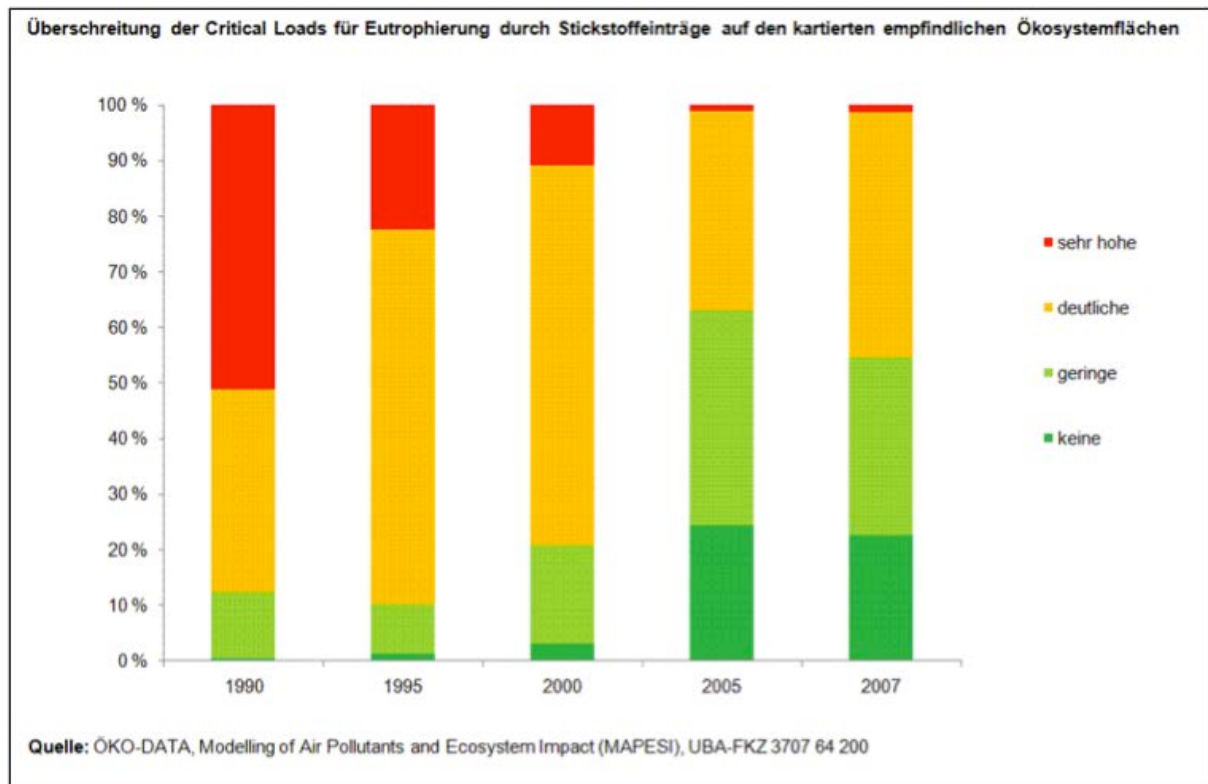
Abb. 59: Stickstoffüberschüsse in der Gesamtbilanz für Deutschland



Quelle: Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde. Julius Kühn-Institut (JKI) und Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement. Gießen, 2010

Ebenso wurden die Critical Loads für Eutrophierung im Jahr 2004 auf ca. 95% der Fläche empfindlicher Ökosysteme überschritten (BMU o.J., S. 78) (siehe Abb. 61).

Abb. 60: Überschreitung der Critical Loads für Eutrophierung durch Stickstoffeinträge auf den kartierten empfindlichen Ökosystemflächen

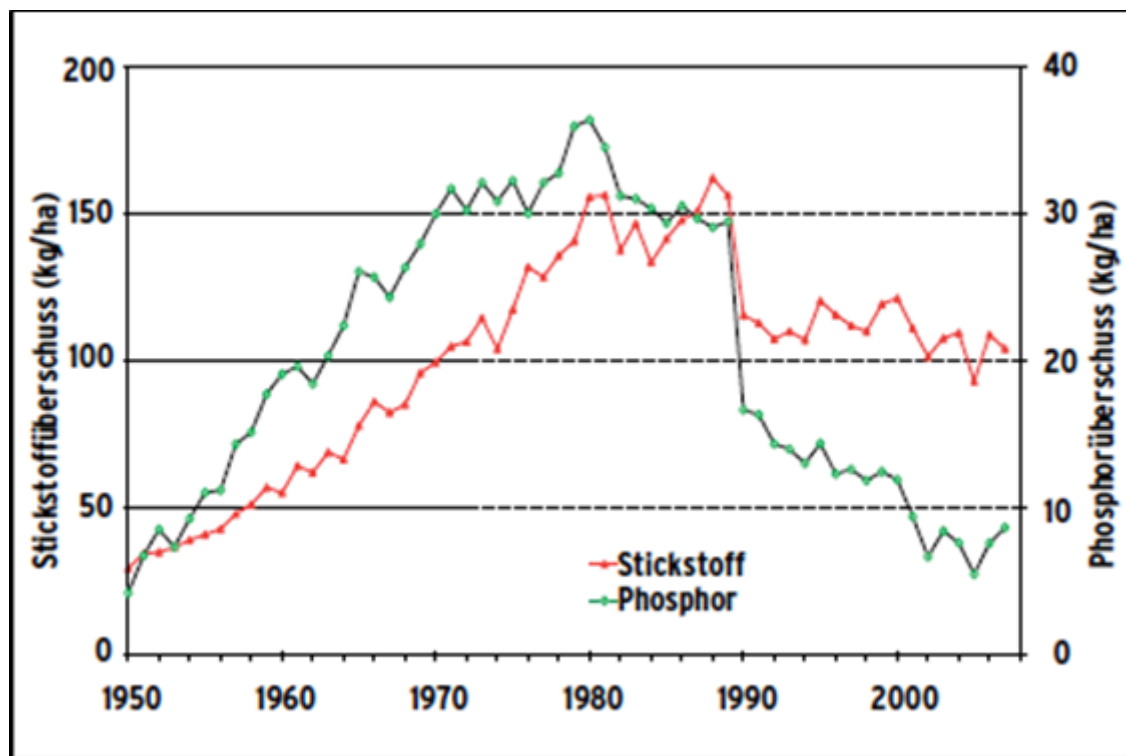


Quelle: Umweltbundesamt 2011h

In Deutschland stammt der Großteil des gedüngten Stickstoffs aus mineralischem Dünger (BMELV o.J. d).

Phosphat wird im Gegensatz zu Stickstoff an die Bodenpartikel gebunden und daher kaum ausgewaschen. Allerdings gelangt Phosphat über Erosion in Oberflächengewässer und führt dort zu einer Nährstoffübersversorgung (Eutrophierung). Die Belastung von Gewässern mit Nährstoffen wird eingehend in Kap. 6.7 dargestellt. Die Hofter-Bilanz für Phosphor ist seit den 1980-er Jahren rückläufig (siehe Abb. 62) und liegt aktuell bei ca. 1,4 kg P/ha LF (Lütke, N. & Schneider, M. 2003). Die Phosphatdüngung ist im Rahmen der Düngeverordnung geregelt. So muss vor der Ausbringung von mehr als 30 kg P₂O₅ je ha und Jahr (mineralisch und/oder organisch) für jeden Schlag ab 1 ha eine repräsentative Bodenuntersuchung vorliegen, die am Tag der Düngung nicht älter als 6 Jahre sein darf.

Abb. 61: Entwicklung der Hofter-Bilanzen für Stickstoff und Phosphor von 1950 bis 2010



Quelle: M. Bach, H.-G. Frede, Institut für Ressourcenmanagement, Univ. Gießen, in BMU 2010d, S. 101

Des Weiteren werden mit mineralischen Phosphatdüngern (aber auch durch organische Dünger, Klärschlämme bzw. Aushübe) auch Schwermetalle (Cadmium, Zink, Kupfer, Quecksilber, Arsen) und radioaktive Stoffe (Uran) ausgebracht und belasten den Boden. Diese Schwermetallzufuhr kann je nach Düngemittel sehr unterschiedlich sein (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2008, S. 37). Die Schwermetallgehalte von Rohphosphaten sind vor allem von dessen Herkunft abhängig. Die Düngemittelverordnung von 2003 schreibt für Cadmium einen Höchstwert von 50 mg Cd je kg P₂O₅ und eine Kennzeichnungspflicht ab 20 mg je kg P₂O₅ vor. Daneben können phosphathaltige Düngemittel Uran in Konzentrationen zwischen 10 und 200 mg/kg enthalten. Uran kann aus der Bodenlösung von Pflanzen aufgenommen werden und sich im Pflanzengewebe anreichern. Daneben kann es sich an Ton-Mineralen und organische Substanz anlagern (Süß, E. 2005, S. 13). Insgesamt können die mineralischen Düngemittel „in Abhängigkeit vom Phosphatgehalt beachtliche Mengen an Uran“ enthalten, während der Urangehalt in organischen Düngemitteln gering ist (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2008, S. 38). Es ist davon auszugehen, dass es zu „einer schleichenden Befruchtung von landwirtschaftlichen Böden mit P-düngerbürtigem Uran und einer Verlagerung in das Grundwasser“ kommt (Utermann, J. et al. 2009, S. 4). Die Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU) geht davon aus, dass zwischen „1951 bis 2009 allein mit mineralischen P-Düngern 1.400 bis zu 13.000 t U(ran) verbraucht [wurden], was einer kumulativen Befruchtung der landwirtschaftlichen Nutzfläche von bis zu 0,1 – 0,7 kg/ha U(ran) entspricht“ und damit „bis zu etwa ein Fünftel des heute in landwirtschaftlich genutzten Böden vorhandenen U(ran) bereits der Düngung entstammt. Dennoch wird nur etwa die Hälfte des U(ran) aus der Düngung in Oberböden wiedergefunden.“ (KBU 2012). Die KBU fordert daher, „den U(ran)-Gehalt in P-Düngern in der Düngemittel-Verordnung wie folgt zu regeln: Kennzeichnung ab 20 mg Uran je kg

P₂O₅, Grenzwert 50 mg U(ran) je kg P₂O₅. Dies entspricht der Regelung für Cadmium.“ Außerdem sind Anstrengungen zu unternehmen, um sowohl für Cadmium- als auch für Urangehalte in Düngemitteln eine europäische Regelung zu schaffen.“ (KBU 2012).

Die EU hatte 2003 mitgeteilt, dass nur Dünger mit weniger als 20 mg Cd/kg P₂O₅ zu keiner unerwünschten Langzeitakkumulation von Cadmium in Böden führen würden und eine schrittweise Herabsetzung des Grenzwerts von 60 auf 40 (nach 5 Jahren) und 20 (nach 10 Jahren) mg Cd/kg Phosphat propagiert⁶. Die EU-Düngemittelverordnung sieht allerdings bis heute keine Begrenzung der Cd- und U-Gehalte vor. Da in Deutschland mehr als 95 % der mineralischen P-Dünger nach EU-Recht zugelassen werden, bleibt die Regelung der deutschen DüMV zur Begrenzung der Cd-Gehalte bis heute wirkungslos.

Organische Düngemittel stammen vor allem aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Seit 1979 tragen NH₃-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung im nationalen Mittel am stärksten zur Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen bei (SRU 1985, S. 79). In der Tierhaltung hat sich seit 1985 die Flüssigentmischung weitgehend durchgesetzt (siehe Kapitel 5.2.1). Nährstoffe sind in Gülle leicht verfügbar und können leicht ausgewaschen werden bzw. mit Luftsauerstoff oxidieren.

Tab. 36: Landwirtschaftliche Betriebe, die flüssigen Wirtschaftsdünger ausgebracht haben und ausgebrachte Menge nach Wirtschaftsdüngerarten 2010

	Anzahl Betriebe (1.000)	Menge (m ³)
Flüssiger Wirtschaftsdünger insgesamt	165,7	190.689
-Rindergülle	100,5	115.012
-Schweinegülle	41,1	36.654
-Geflügel- und sonstige Gülle	1,5	431
-Jauche	42,4	7.024
-Flüssige Biogas-Gärreste	21,7	31.568

Quelle: Statistisches Bundesamt 2011c

Flüssige Wirtschaftsdünger haben ca. 166.000 Betriebe (56% aller Betriebe) eingesetzt. Festmist wurde von ca. 132.000 Betrieben auf rund zwei Millionen Hektar LF als Dünger eingesetzt (Innovationsreport 2011).

Aufgrund der Schwebstoffe in der Gülle können diese die Bodenporen verstopfen und behindern damit den Wasser- und Gasaustausch des Bodens mit der Umwelt. Neben Stickstoff enthalten besonders Schweine- und Hühnergülle aber auch große Mengen Phosphat (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004). Durch Importfuttermittel werden zusätzlich noch Gülle bzw. Nährstoffe „importiert“. Ferner gelangten 2012 ca. 1,7 Mio. t Gülleimporte aus den Niederlanden nach Deutschland (Anonymus 2013).

⁶ EU proposal for a regulation of the European Parliament and the Council relating to Cd in fertilizers“ vom 31.07.2003

Tab. 37: Getreideeinheiten und verdauliches Eiweiß des Futteraufkommens nach in- und ausländischer Herkunft

Herkunft	2003/ 04	2004/ 05	2005/ 06	2006/ 07	2007/ 08	2008/ 09	2009/ 10	2010/ 11 1)
Getreideeinheiten								
Inland	63.606	76.993	78.849	72.367	77.848	77.449	75.470	71.704
Ausland	7.710	7.221	7.485	7.232	8.699	7.765	6.349	8.690
Zusammen	71.316	84.214	86.334	79.599	86.547	85.214	81.819	80.394
Auslandanteil in %	11	9	9	9	10	9	8	11
Verdauliches Eiweiß								
Inland	5.329	6.390	6.562	6.239	6.561	6.433	6.507	6.129
Ausland	2.144	2.017	2.119	2.022	2.347	2.249	1.851	2.250
Zusammen	7.473	8.407	8.681	8.261	8.908	8.682	8.358	8.379
Auslandanteil in %	29	24	24	24	26	26	22	27

Quelle: BMELV 2013g

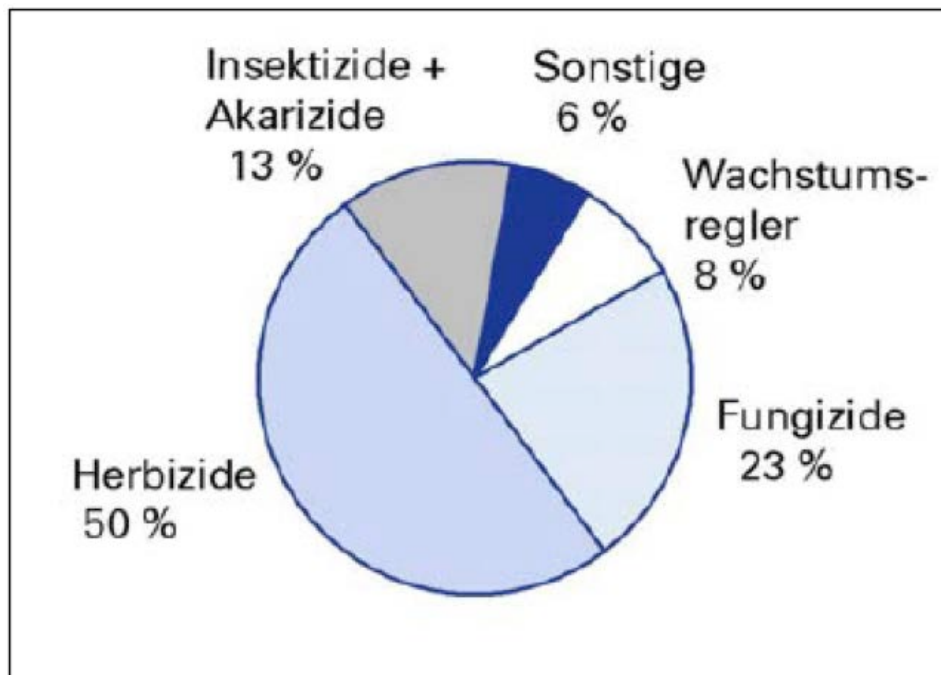
Neben den Nährstoffen spielen als bodenwirksame Bestandteile von Gülle aber auch Tierarzneimittel eine Rolle. So gelangen auch Antibiotika, die in der Tierhaltung eingesetzt werden, in die Böden (Sattelberger, R. et al. 2005, S. 86) und können dort akkumuliert werden (Winckler, C. et al. 2004, S. 122). In einem aktuellen Projekt der Europäischen Kommission soll ein Ansatz zur Abschätzung der Gefahr der Belastung von Böden mit Antibiotika erarbeitet werden (Europäische Kommission 2012a).

Diskutiert wurde in der Vergangenheit auch die Begünstigung des Auftretens des Bakteriums *Clostridium botulinum* im Boden aufgrund der Ausbringung von Biogas-Gärresten. Gesicherte Aussagen sind allerdings nicht möglich, vielmehr besteht weiterer Forschungsbedarf (Bundesamt für Risikobewertung 2010a).

Auch Pflanzenschutzmittel können die Bodenfunktionen belasten. Ihr Einsatz unterlag in den vergangenen Jahren Schwankungen, stieg jedoch tendenziell an (siehe Abb. 31). Dabei hat der SRU schon 1985 angemerkt, dass z.B. der Einsatz von Herbiziden ohne Ertragsminderungen sicherlich auf „die Hälfte der derzeitigen Jahresmenge von 15.000 t vermindert werden“ könnte (SRU 1985, S. 227).

Pflanzenschutzmittel können die Bodenversauerung fördern und sich negativ auf die Bodenorganismen auswirken (Scheffer/Schachtschabel 2011, S.337/338). Außerdem enthalten eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln Schwermetalle, die sich - wie beim Einsatz kupferhaltiger Fungizide im Wein-, Hopfen und Kartoffelanbau - im Boden und den Pflanzen anreichern können, die Qualität der pflanzlichen Produkte aber durch Benetzung negativ beeinflussen (Scheffer/Schachtschabel 2011, S. 297) und den Boden langfristig vergiften, weil Schwermetalle weder abbaubar noch auswaschbar sind. Von dieser Problematik des Einsatzes schwermetallhaltiger Pflanzenschutzmittel ist auch der ökologische Landbau betroffen, der den Einsatz kupferhaltiger Spritzmittel im Wein, Hopfen und Kartoffelanbau erlaubt (Scheffer/Schachtschabel 2011, S.297).

Abb. 62: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in Deutschland 2004



Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b

Im Zusammenhang mit der Belastung des Bodens durch Pflanzenschutzmittel ist vor allem deren Persistenz relevant, d.h. ihr Widerstand gegen Abbau oder Zerfall. Dadurch reichern sich diese Stoffe im Boden an. 1985 stellte der SRU fest, dass „in biologisch aktiven Böden mit ausreichendem Humus- und Tongehalt auch bei intensivem Pestizideinsatz bislang kaum ernstzunehmende Belastungserscheinungen zu erkennen“ sind (SRU 1985, S. 221). Der SRU wies jedoch daraufhin, dass solche Befunde nicht dazu führen sollen, sich in falscher Sicherheit zu wiegen (SRU 1985, S. 221). Vielmehr fordert er ein Überwachungs- und Monitoringprogramm für Pestizideinträge in Böden (SRU 1985, S. 221). Ein flächendeckendes Bodenmonitoring ist bis heute nicht umgesetzt, es werden lediglich einzelne Aspekte des Bodenschutzes wie z.B. eine Absatz- und Anwendungsstatistik für Pflanzenschutzmittel erhoben. Im Rahmen von Cross Compliance und der guten fachlichen Praxis sind Betreiberpflichten zum Umgang mit dem Boden definiert, die jedoch nur im Rahmen von Cross Compliance-Prüfungen teilweise überwacht werden.

Pflanzenschutzmittel mit – vor allem längerfristig – negativen Wirkungen auf Umwelt und Menschen werden immer wieder verboten (DDT, E 605, Paraquat, Deiquat, Atrazin). Auch die aktuelle Diskussion über den Wirkstoff Glyphosat zeigt, dass die Wirkmechanismen verschiedener Stoffe erst im Zeitverlauf abzuschätzen sind. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wird daher auch immer wieder widerrufen bzw. ruhen gelassen. Die folgende Tabelle zeigt einen Auszug der widerrufenen und ruhenden Zulassungen, wobei nur die aktuellsten Änderungen aufgeführt sind.

Tab. 38: Widerrufene und ruhende Zulassungen (letzte Änderung: 17. Oktober 2012)

1.	8. Oktober 2012: Anordnung des Ruhens für die Anwendung des Pflanzenschutzmittels Ridomil Gold MZ (Zul.-Nr. 024412-00) gegen Falsche Mehltupilze und Weißen Rost in Rucola-Arten
2.	27. September 2012: Widerruf der Zulassungen der Pflanzenschutzmittel Lotus (ZULASSUNGSNUMMER 024516-00) UND NUD 647 00 H (ZULASSUNGSNUMMER 005703-00)
3.	17. September 2012: Widerruf der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel Wuffinga (005338-00/024)
4.	14. August 2012: Widerruf der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel Sirius 250 EW (034028-00/183)
5.	13. Juni 2012: Widerruf der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel Nicoron 4% SC (024409-00/086)
6.	Juni 2012: ANORDNUNG DES RUHENS FÜR DIE ANWENDUNG DES PFLANZENSCHUTZMITTELS RIDOMIL GOLD COMBI (ZUL.-NR. 024548-00) IN HOPFEN
7.	31. Mai 2012: Anordnung des Ruhens der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel Wuffinga (005338-00/024)
8.	25. Mai 2012: Widerruf der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel REALCHEMIE TEBUCONAZOLE (034028-00/155)
9.	26. April 2012: Widerruf der Verkehrsfähigkeitsbescheinigung für das Parallelhandelsmittel Lagerhaus Mesotrione (024660-00/049)

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2012c

Eine verallgemeinernde Beurteilung der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln ist kaum möglich. Die Wirkstoffe und deren Wirkmechanismen auf die unterschiedlichen Bodenfunktionen und die Bodenorganismen sind zu vielfältig.

Die Eintrag von Schwermetallen in Böden ist über „einzelne Anbautypen hinweg“ sehr unterschiedlich. So ist – mit Ausnahme von Cadmium – in der konventionellen Landwirtschaft eine „rein mineralische Düngung (...) mit deutlich geringeren Schadstofffrachten verbunden als jede andere Düngestrategie“ (Knappe, F. et al. 2008).

Tab. 39: Auf Bodenarten bezogene Grenzwerte für verschiedene Düngemittel

		Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
Klärschlamm	Tonböden	80	1,4	75	80	60	0,8	450
	Lehm-böden	60	0,9	45	70	45	0,5	390
	Sandböden	40	0,5	25	50	25	0,2	330
Bioabfall	Tonböden	105	1,6	100	75	75	1	270
	Lehm-böden	75	1	70	45	50	0,6	210
	Sandböden	45	0,4	30	30	15	0,2	120
Schweinegülle	Tonböden	80	1,3	75	90	60	1	500
	Lehm-böden	60	1	50	75	50	0,6	450
	Sandböden	40	0,6	25	60	20	0,3	400
Rindergülle	Tonböden	75	1,2	75	60	55	0,8	300
	Lehm-böden	55	0,8	45	50	40	0,5	250
	Sandböden	35	0,4	25	35	15	0,2	200

angegeben in mg/kg Trockensubstanz

Quelle: BMELV & BMU 2002

Die Bewirtschaftungs- und Düngestrategien spielen – mit Ausnahme von Blei bei der Kompostausbringung – eine geringere Rolle. Blei und Cadmium gelangen im Wesentlichen über die Luft in den Boden. Dies kann dazu führen, dass die entsprechenden Einträge nach BBodSchV auch bei Düngestrategien, die mit geringen Schadstofffrachten verbunden sind, erreicht werden.

Die Schadstofffrachten an Kupfer, Chrom, Nickel, Quecksilber, Thallium und Zink gelangen vorwiegend durch die Bewirtschaftung auf die Flächen, nur ökologische Bewirtschaftung ist – außer bei der Bekämpfung von Schadpilzen in Sonderkulturen (siehe voriger Abschnitt) – mit geringen Schadstofffrachten verbunden. Besonders der Pflanzenschutzmitteleinsatz in Sonderkulturen kann zu hohen Zink- und/oder Kupferfrachten führen (Knappe, F. et al. 2008, F. 5ff.).

Die mechanischen Belastungen und (Schad)verdichtungen des Bodens werden beeinflusst durch Fahrzeug- und Maschinengewichte, Reifeninnendrucke, Überrollhäufigkeiten und Schlupf und führen zu Verdichtungen im Boden, besonders in den Fahrspuren. Intensive Bodenbearbeitung (zu starke, zu feine, zu häufige) führt auch zu einem Humusabbau im Boden (mit CO₂-Freisetzung) und erhöht die Erosionsgefahr. Im Gegenzug begünstigen geringer Humusgehalt und wenig Bodenleben wiederum die Gefahr des Auftretens von Boden(schad)verdichtungen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2010, S. 13). Seit 1985 hat sich das Gewicht landwirtschaftlicher Maschinen stark erhöht. Schon 1985 merkte der SRU einen Anstieg des Gesamtgewichtes (Schlepper zzgl. Gerät) „von 3-6 t (1956) auf bis zu 16 t (1981)“ an (Bolling und Söhne 1982 in SRU, 1985, S. 201). Die Schlepperleistungen haben seit 1985 weiter zugenommen. (Isensee, E. & Schwark, A. 2006, S. 19). Isensee & Schwark geben an, dass die „Leistung der neu zugelassenen Schlepper jährlich um 1 bis 2 kW auf durchschnittlich 85 kW (Stichjahr 2006), in Verbindung damit auch die

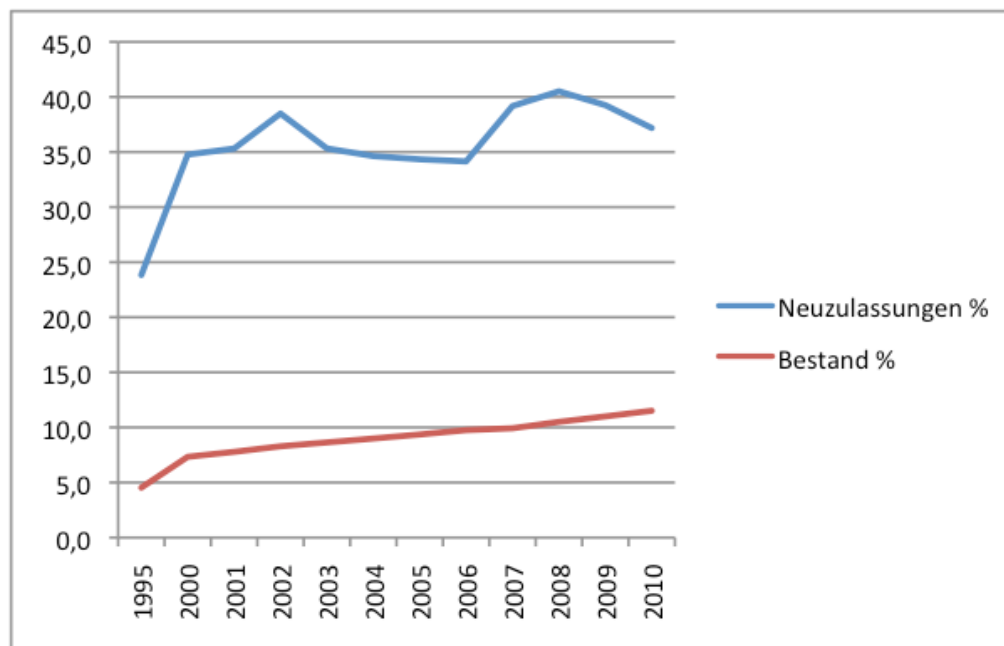
Eigenmasse mit 60 bis 70 kg/kW“ zunimmt. „Die neuen Mähdrescher verfügten in den 60er-Jahren über 50 kW, in den 80er-Jahren über 200 kW, heute dagegen über 300 kW (Kutzbach, H. D., 2004). Die Zunahme der Ackerschlepper mit hohen Leistungen und damit auch hohen Gewichten (heute bis zu 70 Tonnen) zwischen 1995 und 2010 zeigt auch Abb. 64. Die umweltseitige Interpretation von Leistung ist durchaus diffus. Höhere Leistung ist die Voraussetzung dafür, Arbeitsgänge während der günstigsten Wetterbedingungen durchzuführen (z.B. bei der Zuckerrübenenernte) und entlastet dadurch den Boden. Außerdem können Arbeitsschritte zusammengelegt und dadurch die Anzahl der Überfahrten herabgesetzt werden. Allerdings sind die Maschinen so teuer, dass sie maximal ausgenutzt werden. Daher wird ihr Einsatz fest im Voraus verplant, ohne Rücksicht auf das Wetter.

Abb. 63: Radlasten und mittlere berechnete Kontaktflächendrücke gebräuchlicher Landmaschinen in Sachsen

Maschinengruppen (n= Anz. Betriebe)	Radlast		Kontaktflächen- druck		Radlast		Kontaktflächen- druck	
	1. Achse MW [kN]	STABW	1. Achse MW [kPa]	STABW	2. Achse MW [kN]	STABW	2. Achse MW [kPa]	STABW
Traktoren 35-100 kW (n=22)	9	1,6	98	21,7	14	1,5	81	9,9
Traktoren 101- 150 kW (n=15)	14	2,4	77	13,2	23	3,2	83	12,6
Traktoren >150 kW (n=12)	25	10,7	98	25,5	24	2,8	76	13,3
Mähdrescher (n=22)	59	15,0	213	41,2	18	5,4	141	43,6
Rübenroder (n=13)	61	13,8	211	40,5	89	31,4	175	61,1
Kartoffelroder (n=11)	21	3,0	238	13,2				
Kartoffellegemasch. (n=10)	29	7,8	480	124,1				
Feldhäcksler (n=12)	25	7,9	115	40,8	17	7,8	166	42,2
Pflanzenschutztech- nik (n=20)	22	5,3	224	107,3	24	1,4	101	14,4
Transporttechnik (n=22)	28	3,8	254	27,7	28	4,8	260	21,7

Quelle: Stahl, H. 2007

Abb. 64: Anteil der Ackerschlepper mit Motorleistungen über 90 kW



Quelle: eigene Darstellung

Statistische Daten zur Überrollhäufigkeit, d.h. zur Anzahl der Arbeitsgänge, und zur Bearbeitungstiefe sind für die landwirtschaftlichen Flächen Deutschlands kaum vorhanden. Allerdings wurde die Zunahme der Bearbeitungstiefe schon 1985 als negativer Einfluss auf den Boden angemerkt (SRU 1985, S. 204).

Der Einsatz des Pfluges hat ebenfalls wesentlichen Einfluss auf den Bodenschutz (und auch andere Schutzgüter). Im Gegenteil dazu ist die konservierende Bodenbearbeitung mit einer Reihe von Vorteilen wie stabiles, gut befahrbares Bodengefüge, hohe Tragfähigkeit, geringe Verdichtung, höhere Wasseraufnahme der Bodens, geringe Verschlammung und Verkrustung, Erosionsminderung und höhere biologische Aktivität verbunden (Lütke, N. & Schneider, M. 2003). Allerdings wird der überwiegende Teil der Äcker immer noch nicht mit Direktsaatverfahren, sondern mit dem Pflug bestellt (siehe Kapitel 5.2.2); und bei Direktsaatverfahren werden häufig Totalherbizide angewendet, um den Unkrautdruck zu mindern.

Auch die Gestaltung der Fruchtfolge beeinflusst die Boden(schad)verdichtung. So werden Zuckerrüben, Kartoffeln und z.T. auch Mais im Herbst teils auch bei feuchten Böden mit schweren Geräten geerntet. Diese Kulturen werden darüber hinaus häufig gehackt, was Humusabbau mit CO₂-Freisetzung bewirken und sich somit negativ auf die Bodenstruktur auswirken kann (Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt 2008, S. 33).

Verbesserungen im Hinblick auf die mechanischen Belastungen des Bodens durch die Landwirtschaft sind durch Minderung der Reifeninnendrucke und der Reifenbreiten bzw. deren Anpassung an den jeweiligen Arbeitsgang zu erreichen, ebenso wie Verbesserungen beim Auftreten von Schlupf.

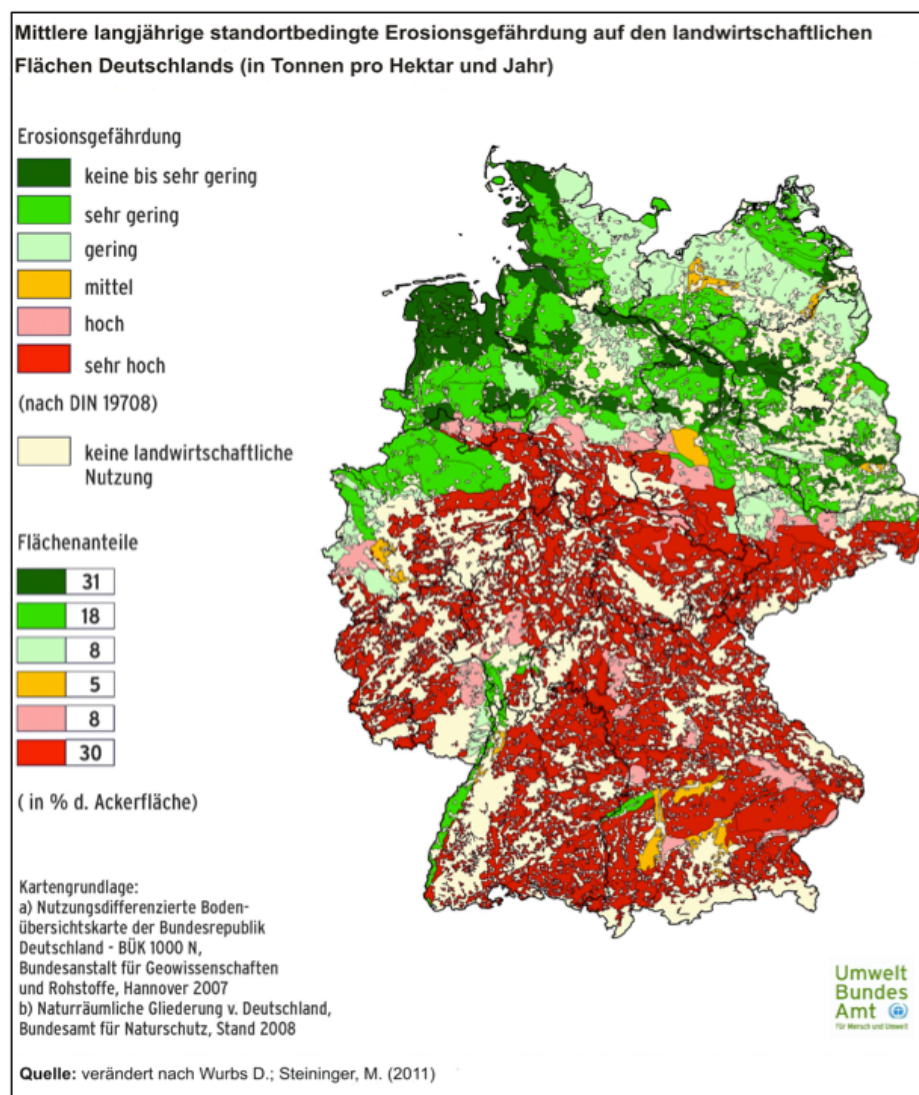
Auch Meliorationsmaßnahmen wie die Absenkung des Grundwasserspiegels tragen zu Veränderungen der Bodensituation bei. Diese Maßnahmen erlauben oder erleichtern die landwirtschaftliche Nutzung von Standorten, die von Natur weniger dafür geeignet sind, z.B. durch die verbesserte Bearbeitbarkeit, Befahrbarkeit und – im Grünland – durch

höheren Futterwert des Aufwuchses. Solche Meliorationen können jedoch mechanische Belastungen und Verdichtungen des Bodens bewirken und vor allem auch die natürlichen Funktionen des Bodens und der Standorte – z.B. als Lebensräume hoch spezialisierter oder seltener Arten – einschränken.

Das Erosionsgeschehen wird vor allem durch die Bodenbedeckung und -bearbeitung und außerdem durch die Größe der Ackerschläge beeinflusst (Schramek, J. et al. 2002, S. 87ff.). Der Bodenbedeckungs- und -bearbeitungsindex setzt sich zusammen aus „den landwirtschaftlichen Bodennutzungsdaten (Bodennutzungshaupterhebung) und Kennwerten zum Bodenbedeckungs- und -bearbeitungsfaktor (C-Faktor) der ABAG) zusammen“ (Schramek, J. et al. 2002, S. 87ff.)

Abb. 66 zeigt die potentielle Erosionsgefährdung in Abhängigkeit „mehr oder weniger unveränderlicher Standortfaktoren“ wie Niederschlag, Bodenbeschaffenheit und Topographie (Schramek, J. et al. 2002, S. 87). Für die tatsächliche Erosionsgefährdung sind jedoch zusätzlich die landwirtschaftlichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

Abb. 65: Mittlere langjährige standortbedingte Erosionsgefährdung auf den landwirtschaftlichen Flächen Deutschlands (in Tonnen pro Hektar und Jahr)



Quelle: Erhard, M. et al. 2002, S.70

So ist z.B. das Erosionsrisiko auf Ackerstandorten höher als auf Grünlandstandorten, da jene längere Zeit des Jahres nicht von einer schützenden Vegetation bedeckt sind. Der Anteil des Grünlandes nimmt in Deutschland jedoch ab (siehe Kapitel 5.2.2). Des Weiteren beeinflusst die Gestaltung von Fruchtfolgen die Erosionsgefährdung, wenn die Einbeziehung von Hackfrüchten, Mais und auch Hülsenfrüchten den Boden im Winter und Frühjahr viele Wochen lang unbedeckt lässt (siehe Tab. 40).

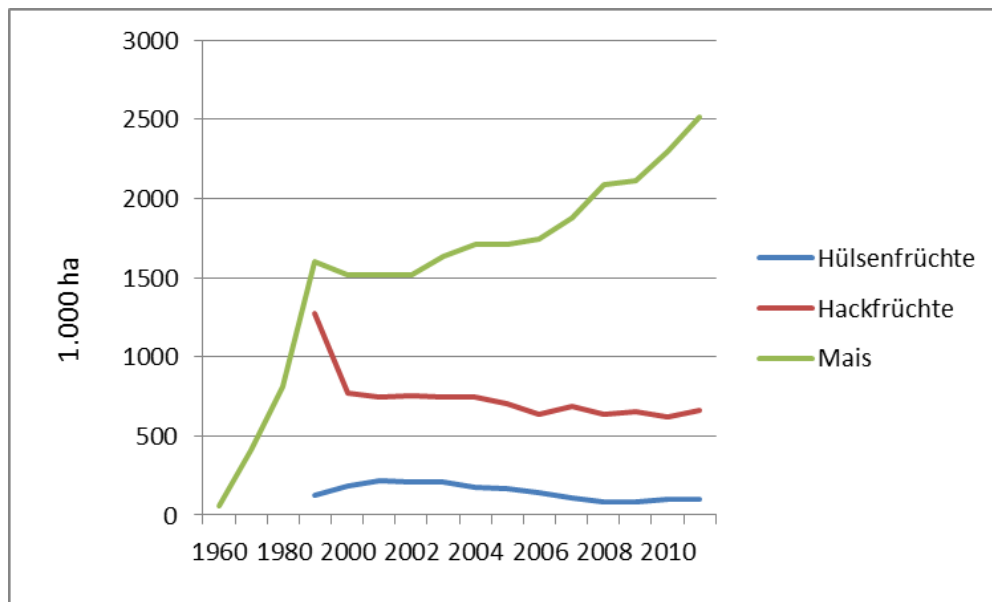
Tab. 40: Ermittlung der Schutzwirkungsstufe durch angebaute Fruchtarten gegenüber der Erosion durch Wind

Stufe (Benennung) der Schutzwirkung				
1 (sehr gering)	2 (gering)	3 (mittel)	4 (gut)	5 (sehr gut)
Vegetationsdecke geschlossen ab Sommer	Vegetationsdecke geschlossen ab Frühsommer	Vegetationsdecke geschlossen ab Frühjahr	Vegetationsdecke geschlossen ab Spätherbst	Vegetationsdecke ganzjährig geschlossen
Hülsenfrüchte -Erbse -Ackerbohne Mais -Körnermais -Silomais -Hackfrüchte -Frühkartoffeln -Speisekartoffeln -Futterkartoffeln -Zuckerrüben -Runkelrüben -Futterkohl -Futtermöhren Gartenbau -Gemüse -Blumen -Erdbeeren	Sommergetreide -Sommerweizen -Sommergerste -Hafer -Sommermenggetreide Sommerraps Flachs Ölfrüchte Sonnenblumen	Wintergetreide -Winterweizen -Winterroggen (Aussaat nach 1. Okt.) -Wintermenggetreide	Wintergetreide -Wintergerste -Winterroggen (Aussaat vor 1. Okt.) Grünbrache Winterraps	Dauerbegrünung (Grünland) Futterpflanzen -Klee -Luzerne -Ackergras

Quelle: Staatlicher Geologischer Dienst und BGR 2002

Abb. 67 zeigt, dass sich die Anbaufläche der Hack- und Hülsenfrüchte in den letzten Jahren kaum verändert hat, während sie für Mais (Körner- und Silomais) stark angestiegen ist. Die Erosionsgefährdung aufgrund der Fruchtfolgegestaltung hat damit eher zugenommen.

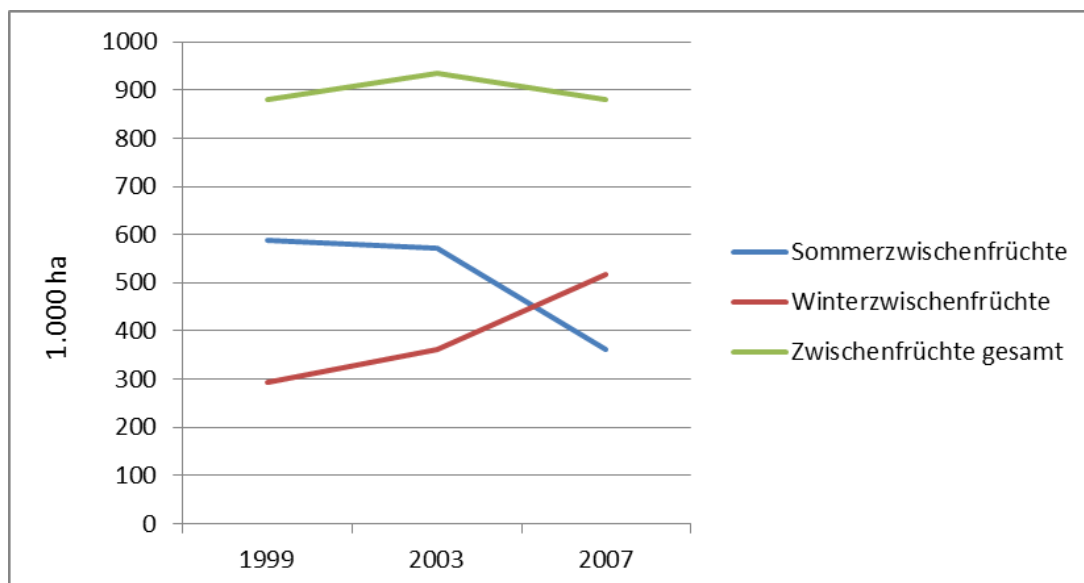
Abb. 66: Entwicklung der Anbaufläche von Hülsenfrüchten, Hackfrüchten und Mais (in 1.000ha)



Quelle: eigene Darstellung nach BMELV und Deutschem Maiskomitee e.V.

Des Weiteren wirkt sich auch der Anbau von Zwischenfrüchten auf die Erosionsgefährdung von Flächen aus. Abb. 68 zeigt, dass sich die Gesamt-Anbaufläche für Zwischenfrüchte in den letzten Jahren nur wenig verändert hat. Der Anbau von Winterzwischenfrüchten hat dabei zugenommen, während der Anbau von Sommerzwischenfrüchten abgenommen hat. Die Zunahme des Anbaus von Winterzwischenfrüchten kann auch im Zusammenhang mit entsprechenden Förderangeboten im Rahmen der Agrarumweltprogramme zu sehen sein. So bieten acht Bundesländer Maßnahmen zur Förderung des Zwischenfrucht- und Untersaatenanbaus an, wobei meist Winterzwischenfrüchte antragsberechtigt sind. In einigen Bundesländern wird die Maßnahme in Kulissen zum gezielten Erosions- und Grundwasserschutz angeboten (Thomas, F. et al. 2009, S. 31).

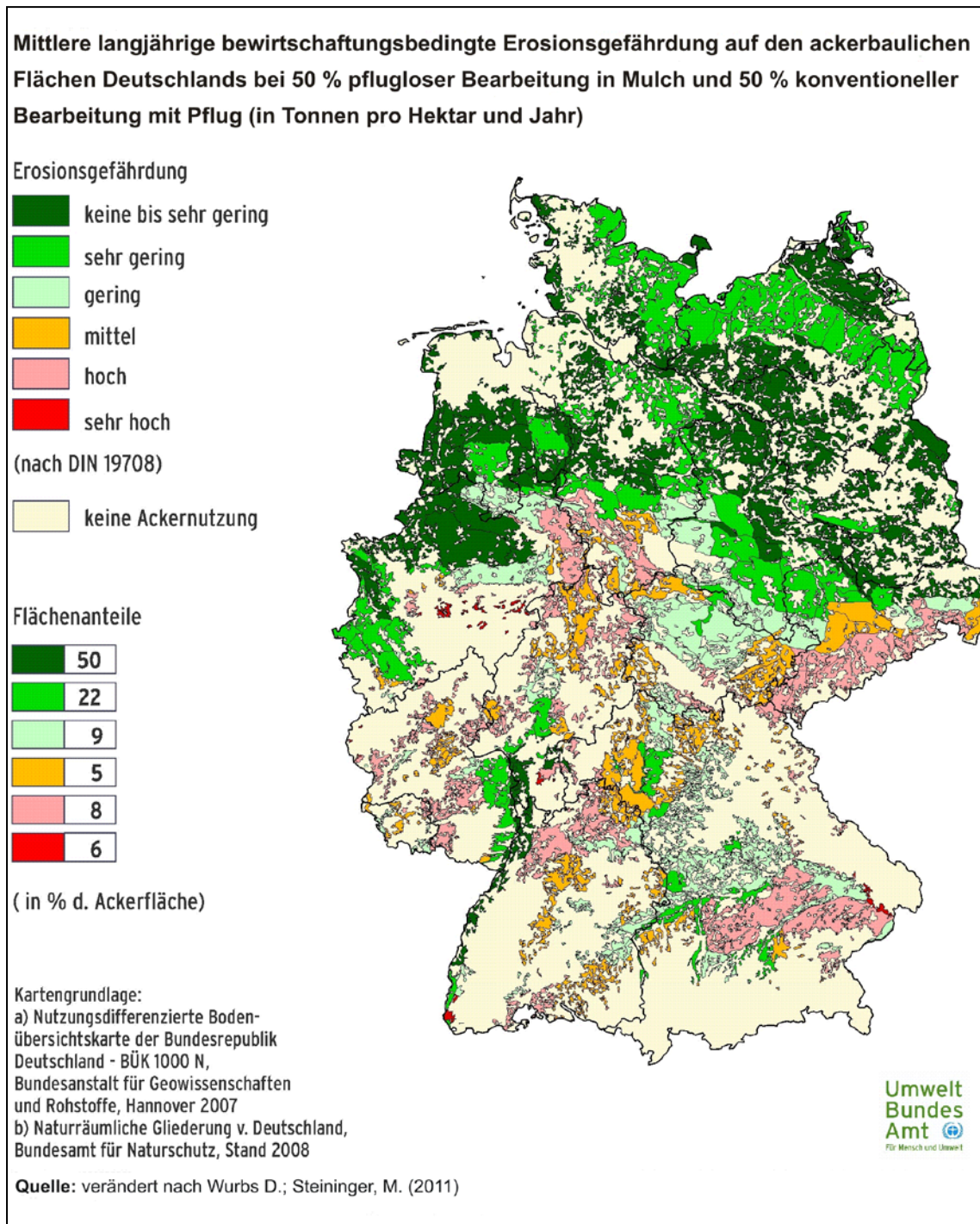
Abb. 67: Entwicklung der Anbaufläche von Zwischenfrüchten (in 1.000ha)



Quelle: eigene Darstellung nach BMELV

Ferner wirkt sich die Bodenbearbeitung auf die Erosionsgefährdung aus. Günstig sind z.B. die pfluglose Bodenbearbeitung und die Mulchsaat zu bewerten (siehe auch Kapitel 5.2.2).

Abb. 68: Mittlere langjährige bewirtschaftungsbedingte Erosionsgefährdung auf den ackerbaulichen Flächen Deutschlands bei 50% pflugloser Bearbeitung in Mulch und 50% konventioneller Bearbeitung mit Pflug

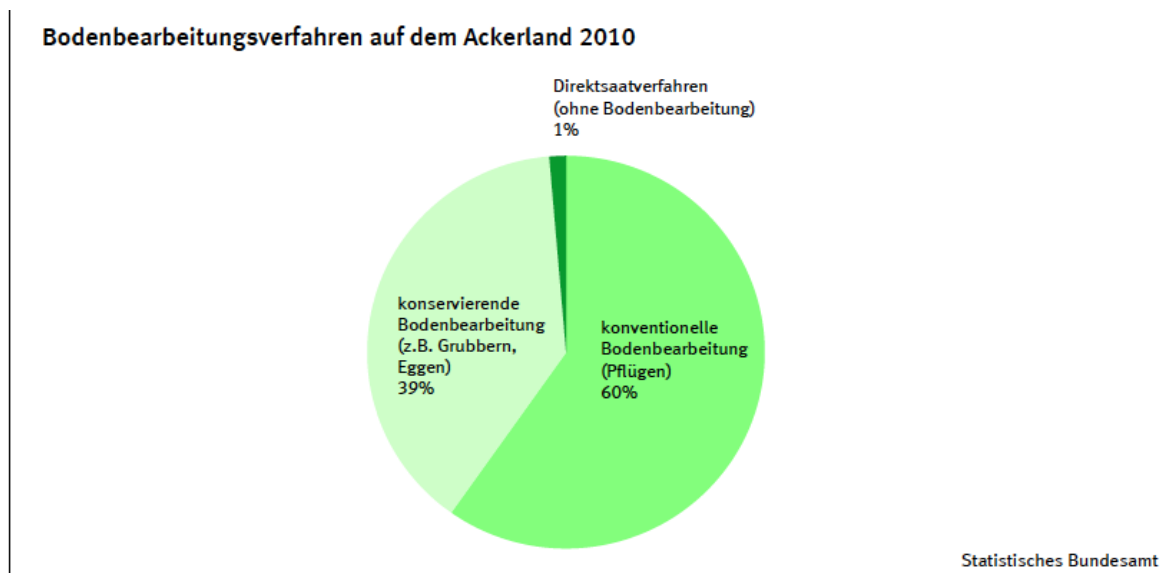


Quelle: Umweltbundesamt 2011j

Abb. 70 zeigt, dass der Großteil der Flächen mit dem Pflug bearbeitet wird (in Abb. 70 als konventionelle Bodenbearbeitung bezeichnet, wobei dieser Begriff nicht auf die

konventionelle Bewirtschaftung im Gegensatz zur ökologischen Bewirtschaftung hindeutet). Nur 39% werden nicht-wendend gelockert und lediglich 1% der Flächen wird mit Direktsaatverfahren bestellt. Die Anwendung von Mulch- oder Direktsaatverfahren wird ebenfalls über Agrarumweltprogramme in neun Bundesländern gefördert, wobei in vier Bundesländern eine Beschränkung auf bestimmte Gebietskulissen des Erosions- und Wasserschutzes stattfindet (Thomas, F. et al. 2009, S. 32).

Abb. 69: Bodenbearbeitungsverfahren auf dem Ackerland 2010



Quelle: Pöschl, H. 2011, S. 5

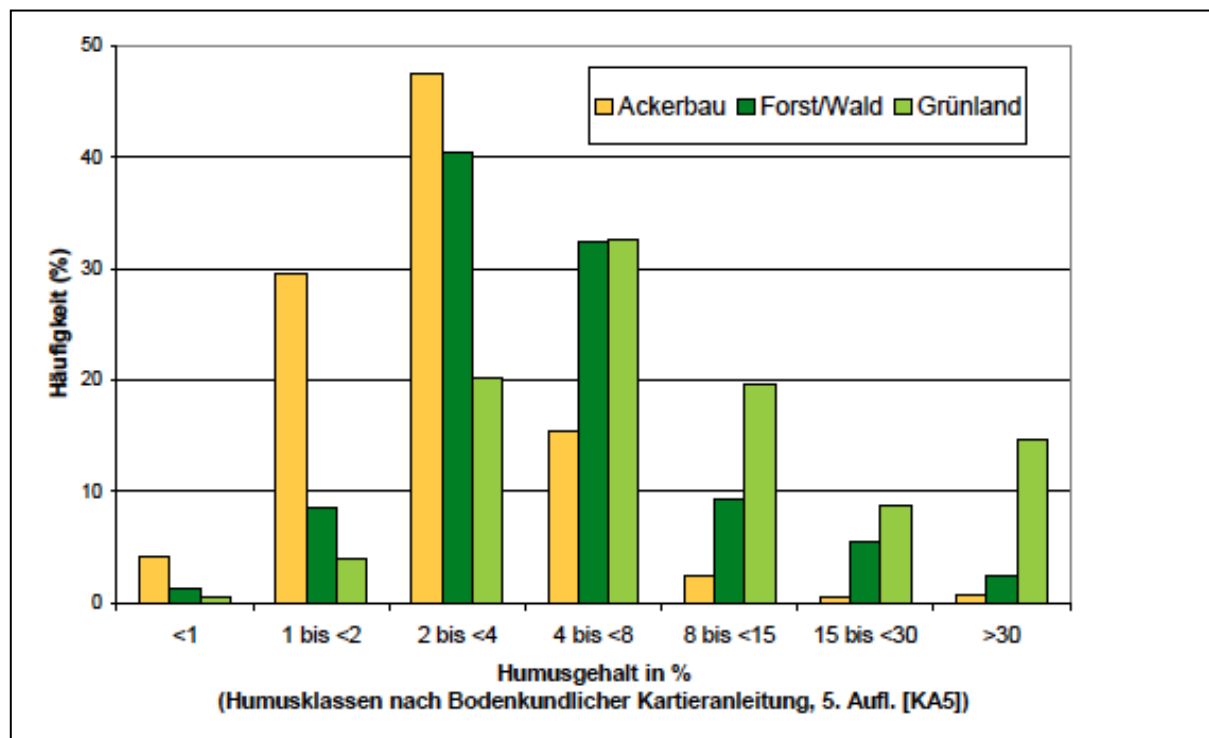
Die Erosion durch Wind und Wasser wird auch durch die Vergrößerung von Schlägen, die Beseitigung von Hang- oder Terrassenstufen und Gräben sowie von Landschaftselementen wie Hecken, Feldrainen oder Alleen erhöht. Auch die Ausrichtung von Anbaulinien in Falllinien der Hänge begünstigt die Erosion, vor allem im Weinbau. Seit dem 1.7.2012 sind die im Rahmen von Cross Compliance einzuhaltenden Auflagen in Bezug auf den Erosionsschutz an ein Erosionskataster gebunden. Das Erosionskataster definiert für jedes Flurstück die Erosionsgefährdungsklasse für Wasser- bzw. Winderosion. Die einzuhaltenden Auflagen sind von der Einstufung des Flurstücks hinsichtlich seiner Erosionsgefährdung abhängig.

Der SRU gibt 1985 an, dass „ein Siebtel der ackerbaulich genutzten Fläche in Deutschland (...) eine langjährige mittlere Bodenerosion von mehr als drei Tonnen je Hektar und Jahr auf[weist]. Das erfordert spezielle Bewirtschaftungsweisen zur Vermeidung. Auf einem weiteren Drittel besteht ein Bedarf an eher allgemeinen Techniken zur Prävention.“ (SRU 1985, Kap. 4.2.4.2). Aktuell wird der mittlere jährliche Bodenabtrag auf mehr als drei Tonnen je Hektar auf 14% der Fläche geschätzt. Diese Flächen sind stark erosionsgefährdet. Weitere 36% der Fläche sind langfristig in ihrer Bodenfruchtbarkeit gefährdet (Umweltbundesamt 2010a, S. 42). Laut der Studie „Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt“ hat die Erosion zwischen 1995 und 2005 von 11 auf 7,24 t/ha und Jahr, d. h. um 34,2% abgenommen, das in dieser Studie definierte Ziel einer Reduktion von 80-90% jedoch nicht erreicht (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., Diakonisches Werk der Evangelischen Kirche, Evangelischer Entwicklungsdienst e.V. (Hrsg.)).

Es ist davon auszugehen, dass sich die Erosionsgefährdung seit 1985 gesteigert hat, weil sich viele der sie beeinflussenden Faktoren eher ungünstig entwickelt haben, wie z.B. die Schlaggröße oder die Fruchtfolgegestaltung. Allerdings eröffnet die Etablierung des Erosionskatasters und der damit verbundenen Cross Compliance-Auflagen die Chance, die Erosionsgefährdung und das Erosionsgeschehen positiv zu beeinflussen.

Unter dem Begriff Humus wird die von Bodenorganismen umgesetzte, abgestorbene organische Bodensubstanz verstanden. Diese besteht aus Ernterückständen (Stroh, Stoppeln, Blättern), anderen oberirdisch anfallenden Pflanzenteilen, Zwischenfrüchten, Tierkot und in geringem Maße Bodenlebewesen. Humus besteht vorwiegend aus Kohlenstoff (ca. 58%) (Fuchs, J.G. & Schleiss, K. 2009, S. 6) und ist daher der Kohlenstoffspeicher von Böden. Der Humusgehalt der Böden schwankt zwischen <1% und >30%, wobei die höheren Humusgehalte unter Wald und Grünland zu finden sind (siehe Abb. 71).

Abb. 70: Häufigkeitsverteilungen der Humusgehalte (Klassen nach KA5) für die drei Hauptnutzungsarten Acker, Grünland und Wald, basierend auf bundesweit vorliegenden Punkt-/Profildaten



Quelle: Düwel, O. et al. 2007, S. 19

Einfluss auf den Humusgehalt haben zum einen Standortfaktoren wie Bodeneigenschaften, Klimafaktoren (Temperatur und Niederschläge) und Grundwasserspiegel. So nehmen z.B. mit steigenden Temperaturen die Abbauraten der organischen Substanz im Boden zu. Ferner beeinflusst die Art der Bodennutzung den Humusgehalt durch:

- „Wechsel der Landnutzung
- Applikation von mineralischem und organischem Dünger, Kalkung
- Anbau humusmehrender bzw. humuszehrender Fruchtarten

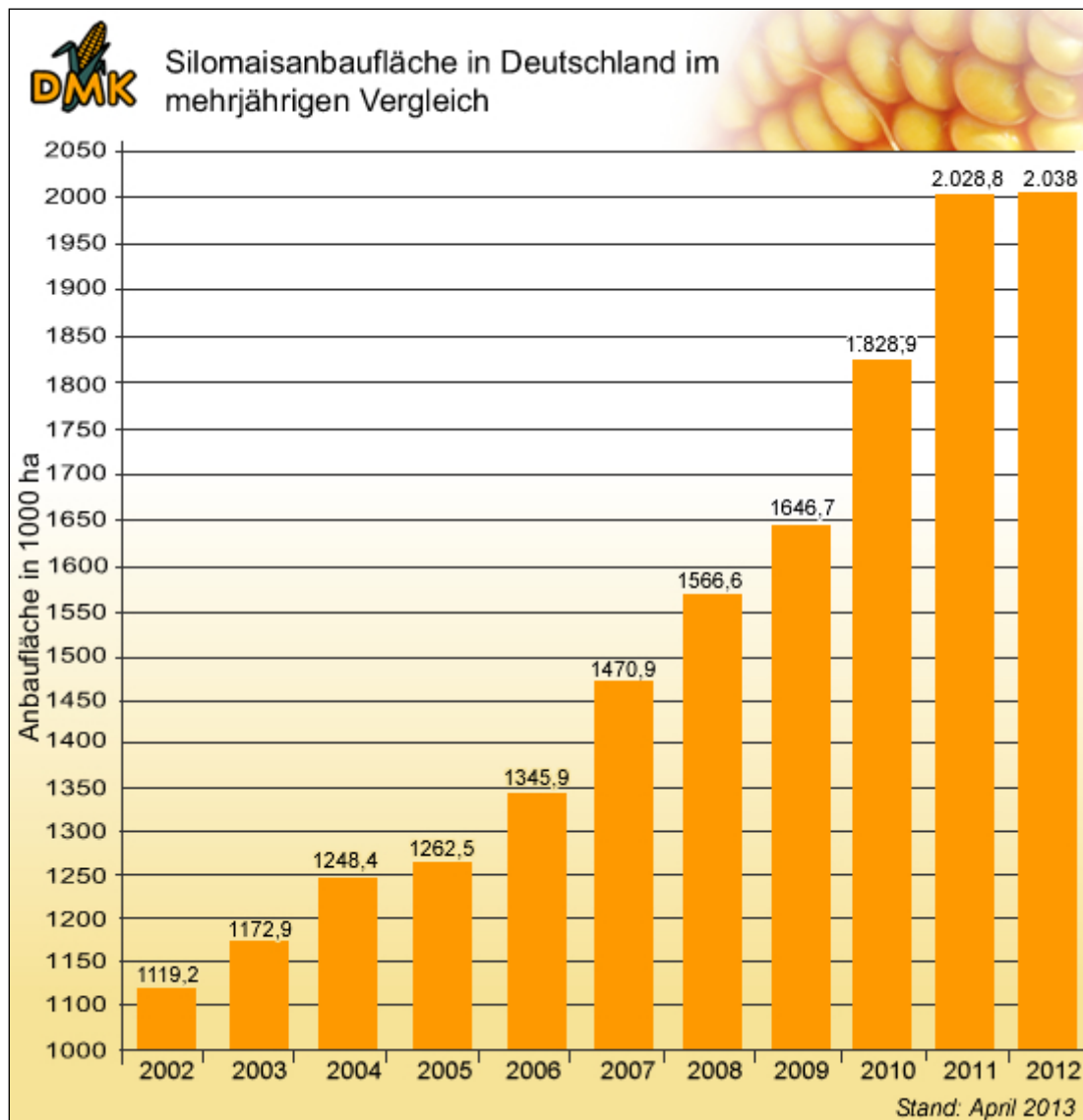
- Art der Bodenbearbeitung (konventionell mit Pflug oder pfluglos)“ (Wessolek, G. et al. 2008, S. 35).

Durch die Nutzung des Bodens als Acker, Grünland oder Wald wird der Boden im Hinblick auf Humusabbau, aber auch infolge mechanischer Belastungen und Verdichtungen sowie Erosion unterschiedlich beeinflusst. Insbesondere Ackerflächen sind aufgrund der mechanischen Bearbeitung zur Lockerung, Wendung und Wiederverdichtung in Hinblick auf Schäden am Bodengefüge, Verdichtungen und Erosion stets gefährdet. Aufgrund der geringeren Massen an organischen Pflanzenresten und der Durchlüftung des Bodens durch die Bearbeitung wird in Ackerflächen auch der Humusabbau verstärkt. So führt die Umwandlung von Wald oder Grünland zu Verlusten an Corg von 10-65% des C-Gehaltes (Bowmann et al., 1990; Davidson und Ackermann, 1993, in: Wessolek, G. et al. 2008, S. 35). Da insbesondere der Umbruch von Grünland in den letzten Jahren verstärkt stattgefunden hat (siehe Kapitel 5.2.2), ist insgesamt von einem hohen Verlust an Corg aufgrund von Landnutzungsänderungen auszugehen.

Die Düngung wirkt sich indirekt auf den Humusgehalt aus, indem über höhere Massezuwächse auch mehr organisches Material z.B. in Form von Wurzeln auf den Flächen verbleibt. Organische Düngung bringt zusätzlich organisches Material mit in den Boden.

Auch die Gestaltung der Fruchtfolge hat Auswirkungen auf den Boden. Einseitige Fruchtfolgen – vor allem mit einem hohen Anteil an Hackfrüchten (z.B. Mais und Rüben) - können zu Humusverlust und Bodenverdichtungen (Angermayer 1982 in SRU 1985, S. 201) führen. Durch die geringe und späte Bedeckung des Bodens im jahreszeitlichen Verlauf kann es bei hackfruchtlastigen Fruchtfolgen und Sonderkulturen (Wein, Hopfen, Spargel, Obst) außerdem zu starken Erosionsereignissen kommen. Negativ ist in diesem Zusammenhang insbesondere der zunehmende Anbau von Mais – meist für die Produktion von Biogas – zu bewerten (siehe Abb. 72). Auch durch die Abfuhr des gesamten oberirdischen Pflanzenmaterials kann der Anbau von Energiepflanzen sich negativ auf den Humusgehalt auswirken.

Abb. 71: Silomaisanbaufläche in Deutschland



Quelle: Deutsches Maiskomitee e.V. 2012

Der Humusgehalt des Bodens wird ferner auch durch die Intensität der Bodenbearbeitung und insbesondere durch wendende und durchlüftende Arbeitsgänge beeinflusst. Mit zunehmendem Sauerstoffgehalt im Boden wird die organische Masse schneller abgebaut. Das Bodenschutzgesetz fordert zwar in § 17 die Einhaltung der guten fachlichen Praxis und damit auch die „Reduzierung der Bearbeitungsintensität“. Dennoch wird der Großteil der Flächen weiterhin mit wendenden Verfahren bearbeitet.

6.2.4 Zusammenfassender Überblick

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Einfluss der Landwirtschaft auf den Boden anhand ausgewählter Indikatoren. Ein direkter Vergleich mit der Situation von 1985 ist vielfach nicht möglich, da 1985 weniger oder nicht vergleichbare Daten vorlagen (vgl. DRL 1986). Auch heute ist die Belastungssituation in Abhängigkeit der Boden- und Standorteigenschaften unterschiedlich zu bewerten, so dass die Tabelle nur einen groben Überblick über die Belastungssituation ermöglicht.

Tab. 41: Aktueller Zustand und Veränderung (seit 1985) ausgewählter Indikatoren

	Indikator	Zustand	Veränderung	Kommentar
Flächeninanspruchnahme/-versiegelung	Anzahl Neubauten	7-9 (1.000) pro Jahr	Zunahme	
	Flächeninanspruchnahme für landwirtschaftliche Wege	7 ha /Tag	Zunahme	
	Anteil befestigter Wege	>50%	Zunahme	starke Unterschiede zwischen den Bundesländern
Immissionsbelastungen	N-Bilanz	105 kg N/ha LF (2007)	Rückgang	Ziel der Strategie zur biologischen Vielfalt nicht erreicht
	P-Bilanz	1,4 kg P/ha	Rückgang	
	Eintrag von Schwermetallen		Rückgang – Reduktion der Schwermetallgehalte	teils Überschreitung der Critical Loads bei Blei, Quecksilber
	Eintrag von Uran		Zunahme	0,1-0,7 kg /ha kumuliert zwischen 1951 und 2009
	Anteil mit Klärschlamm gedüngter Böden	ca. 2%	keine Veränderung	Reduktion der Schwermetallgehalte
	Pflanzenschutzmittelabsatz		Zunahme	
Boden-(schad)-verdichtungen,	Durchschnittliches Schleppergewicht		Zunahme	
	Pfluglose Bearbeitung	40% der Fläche		
	Anteil Hackfrüchte in der Fruchtfolge (incl. Mais)	+80% bei Mais zwischen 2001 und 2011	Zunahme	Zunahme Maisanbau zur Energiegewinnung
Erosion	Anteil Dauergrünland	-3,4% zwischen 2003 und 2008	Rückgang	
	Zwischenfruchtanbau		Keine Änderungen	
	Durchschnittliche Schlaggröße		Zunahme	Kapitel 6.1
	Anteil Hackfrüchte in der Fruchtfolge (incl. Mais)	+80% bei Mais zwischen 2001 und 2011	Zunahme	Zunahme Maisanbau zur Energiegewinnung
	Pfluglose Bearbeitung	40% der Fläche		
Humusabbau	Anteil Dauergrünland	s.o.	Rückgang	
	Anteil Hackfrüchte in der Fruchtfolge (incl. Mais)	s.o.	Zunahme	
	Pfluglose Bearbeitung	s.o.		

Insgesamt scheint sich die Belastungssituation des Bodens im Hinblick auf die Flächeninanspruchnahme, -versiegelung, die Boden(schad)verdichtung und mechanische Belastung, die Erosionsgefährdung und den Humusabbau seit 1985 nicht verbessert zu haben. Lediglich im Hinblick auf die Immissionsbelastung können Verbesserungen wie z.B. die Minderung der Luft-Depositionen aufgeführt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass eine Reihe von Stoffen im Boden akkumuliert werden und jeder weitere Eintrag dieser Stoffe den Boden zusätzlich belastet. Auch die Stoffeinträge aus der Landwirtschaft sind weiterhin hoch, wenn auch teilweise in der jüngeren Vergangenheit Reduktionen z.B. beim Stickstoffeintrag vermeldet werden können.

Es ist jedoch anzumerken, dass Beeinträchtigungen des Bodens häufig langfristig zu betrachten sind, da Bodenschädigungen meist nicht kurzfristig rückgängig zu machen sind, zum Teil auch erst längerfristig erkannt werden. Auch ist zu bedenken, dass die dargestellten Indikatoren zwar teils Verbesserungen im Hinblick auf die Bodenbelastungen darstellen, jedoch weiterhin zusätzliche Bodenbelastungen auftreten. So wird z.B. weiterhin Fläche versiegelt, auch wenn die Neuversiegelung abnimmt und dies als Erfolg bewertet wird. Die Neuversiegelung wäre allerdings nur dann neutral einzuschätzen, wenn gleichzeitig bereits versiegelte Flächen in gleichem Umfang wie die Neuversiegelung entsiegelt und renaturiert würden. Dies ist jedoch nicht der Fall und oft auch nicht realisierbar.

Zukünftig werden der Boden mit seinen Funktionen und insbesondere die Nutzungsfunktion als Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung sicherlich weiterhin an Bedeutung gewinnen. Die Konkurrenz um Lebensmittel und nachwachsende Rohstoffe macht Böden schon heute zu einem interessanten Spekulationsobjekt für Investoren. Aber auch im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Naturfunktionen des Bodens wird dieser weiter ins Interesse rücken. Seit 1985 sind eine Vielzahl von politischen Strategien und Instrumenten zum Bodenschutz formuliert worden. Die Europäische Union hat versucht, eine EU-Bodenrahmenrichtlinie zu erlassen, konnte sich damit aber in den Mitgliedsstaaten und angesichts starken Widerstands der Landwirtschaftsbehörden und -verbände nicht durchsetzen (vgl. Haber & Bückmann 2013). Die offizielle Begründung (Subsidiaritätsprinzip), dass die Mitgliedstaaten das selbst regeln sollten, dürfte weitgehend illusorisch bleiben. Dennoch muss sich die Landwirtschaft über Betreiberplichten, wie z.B. im Bodenschutzgesetz oder Cross Compliance formuliert, verstärkt mit dem Thema Bodenschutz auseinander setzen.

6.3 Klima

Die Thematik des Klimawandels hat seit 1985 insgesamt stark an gesellschaftlicher Bedeutung gewonnen. Der SRU hatte das Thema „Klima“ in seinem Gutachten von 1985 nur am Rande erwähnt (siehe z.B. S. 276), da Klimaveränderungen, wie sie heute von den meisten Wissenschaftlern angenommen werden und aktuell schon auftreten, zum damaligen Zeitpunkt nicht absehbar waren. Die landwirtschaftliche Produktion steht in mehrfachen Wechselwirkungen mit dem Klimawandel. So trägt die Landwirtschaft zum Treibhausgasausstoß bei, kann jedoch als Senke für Treibhausgase oder durch die Produktion nachwachsender Rohstoffe auch einen Beitrag zu Klimaschutz leisten. Darüber hinaus wird die landwirtschaftliche Produktion auch durch den Klimawandel beeinflusst. Im Folgenden werden zum einen die Entwicklung des Klimas und

anschließend die Wirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion dargestellt. Der Einfluss der Landwirtschaft auf den Klimawandel wird in Kapitel 6.3 erläutert.

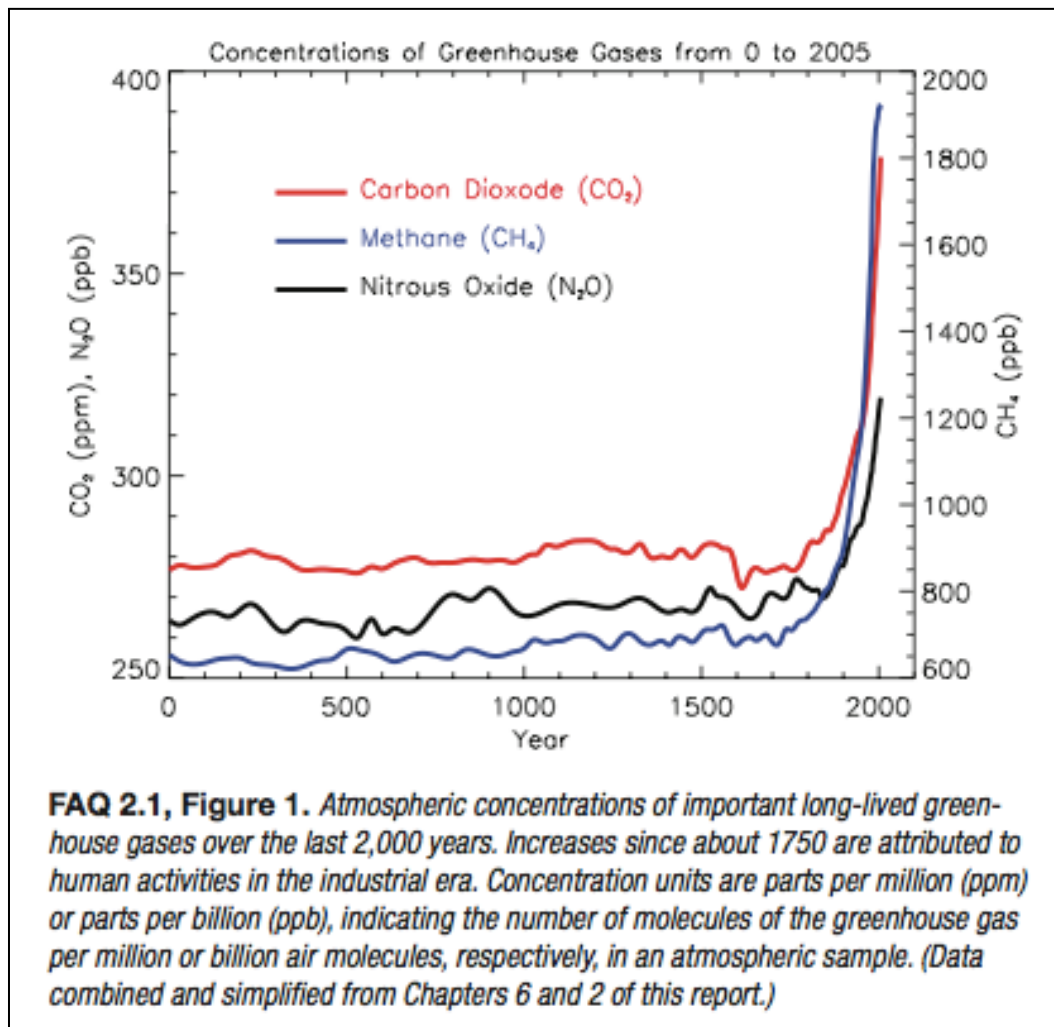
6.3.1 Begriffsbestimmung

Der Begriff „Klima“ bezeichnet den Zustand der Erdatmosphäre über einen Zeitraum von 30 bis 40 Jahren hinweg (Hupfer, P. 1991; Bernhardt, K. 1987; Hantel, M. et al. 1987; Buchal, C. & Schönwiese, C.-D. 2010). Dabei werden zur Beschreibung des Zustandes physikalische Klimagrößen wie z.B. Lufttemperatur, Strahlung, Niederschlag, Luftfeuchte, Sonnenscheindauer, Bewölkung, Luftdruck und Wind verwendet (v. Storch, H. et al. 1999). Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Produktion ist besonders die Entwicklung der Temperaturen (Jahresdurchschnitt, Schwankung im Jahresverlauf), des Niederschlages (Niederschlagsmenge und -verteilung), des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre, des Auftretens von Extremwetterereignissen und des Anstieges des Meeresspiegels relevant.

Schönwiese (2010, S. 11) gibt für die Klimaveränderungen zwei Ursachen an. Zum einen werden Treibhausgase ausgestoßen, die durch die Nutzung fossiler Energieträger, Waldrodungen und die industrielle und landwirtschaftliche Produktion entstehen und ein global wärmeres Klima bewirken. So steigt die Weltprimärenergienutzung – die zu 88% auf dem Einsatz fossiler Energieträger beruht – seit 1990 wesentlich schneller an als die Weltbevölkerung. Zum anderen erzeugen die menschlichen Aktivitäten – vom Heizen über den Verkehr bis zur industriellen und agrarischen Produktion – große Mengen von Schwebpartikeln (Aerosolen), welche die Einstrahlung vermindern und Abkühlung bedingen. Da diese Emissionen durch erfolgreiche Luftreinhaltungsmaßnahmen weitgehend unterbunden wurden, spielt ihre Klimawirkung praktisch keine Rolle mehr.

Für den anthropogenen Treibhauseffekt sind vier Treibhausgase verantwortlich. Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und die Gruppe der Halogenkohlenwasserstoffe. Seit Beginn der Industrialisierung steigt die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre kontinuierlich an (Kohlendioxid ca. 35%, Methan ca. 145%, Lachgas = Distickstoffoxid ca. 18%) (UBA 2011, S. 55). Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre.

Abb. 72: Atmosphärische Konzentration von langlebigen Treibhausgasen über die letzten 2000 Jahre



Quelle: IPCC 2007, S. 135

Dabei haben die Gase ein unterschiedliches Treibhauspotenzial und eine unterschiedliche Verweildauer in der Atmosphäre (siehe Tab. 42).

Tab. 42: Treibhauspotential (Global Warming Potential = GWP) ausgewählter Treibhausgase

	Verweildauer (in Jahren)	Treibhauspotential (bezogen auf 100 Jahre)
Kohlendioxid (CO ₂)	variabel	1
Methan (CH ₄)	9 bis 15	21
Distickoxid (N ₂ O) (Lachgas)	120	310

Quelle: IPCC 1996, S. 22

Tab. 43 gibt einen Überblick über den anthropogen verursachten Ausstoß verschiedener Treibhausgase und deren Konzentrationen in der Atmosphäre, sowie über die prozentualen Anteile der Emissionen aus anthropogenen und natürlichen Quellen. Mit Ausnahme der Wasserdampf-Emissionen ist der Mensch der Hauptverursacher des Anstieges der Treibhausgase in der Atmosphäre.

Tab. 43: Übersicht der wichtigsten Charakteristika klimawirksamer Spurengase

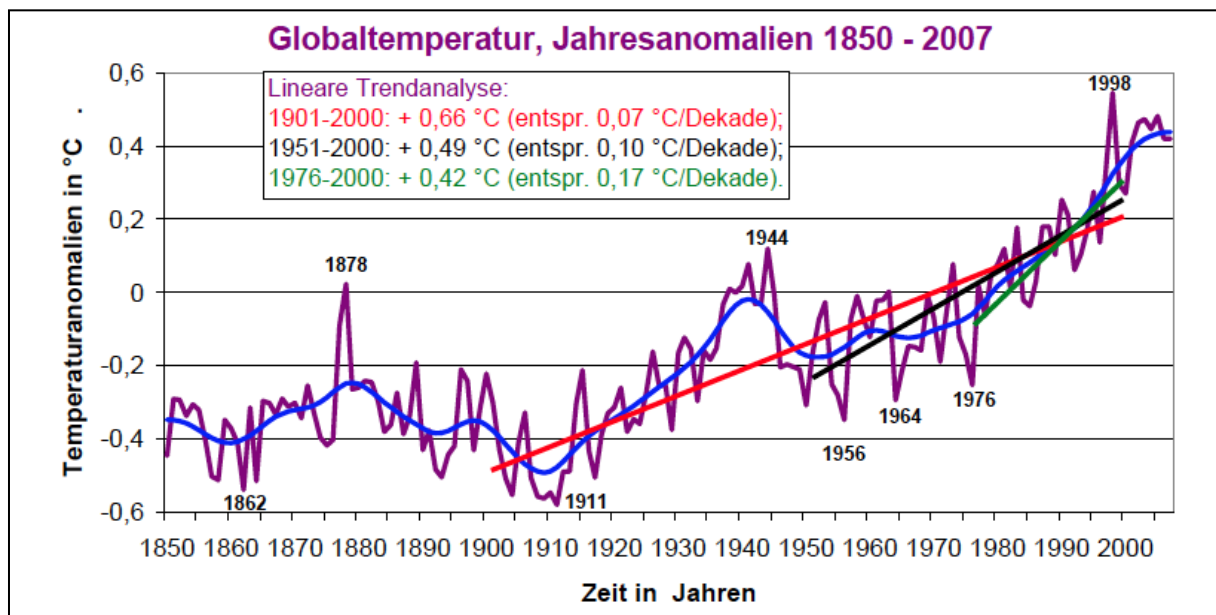
Spurengas, Symbol	Anthropogene Emissionen	Atmosphärische Konzentration	Anteil natürl. Emissionen	Anteil anthropog. Emissionen
Kohlendioxid, CO ₂	37 Gt/Jahr	382 (280) ppm **	26%	56%
Methan, CH ₄	400 Mt/Jahr	1,8 (0,7) ppm	2%	16%
FCKW	0,4 Mt/Jahr	F12: 0,5 (0) ppb	-	11%
Distickstoffoxid, N ₂ O	15 Mt/Jahr	0,32 (0,27) ppm	4%	5%
Ozon (bodennah), O ₃	0,5 Gt/Jahr (?)	34 (25) ppb ***	8% ****	12% ****
Wasserdampf, H ₂ O	vernachlässigbar	2,6 (2,6) % ***	60%	(indirekt)

*) Fluorchlorkohlenwasserstoffe ***) bodennaher Mittelwert *****) mit weiteren Gasen

Quelle: Schönwiese, C.-D. 2010

Die Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre bedingt bisher einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur seit Beginn der Industrialisierung um ca. 0,7°C (Rahmstorf, S. & Schellnhuber, H.-J. 2012, S. 36). Die Klimaveränderungen laufen dabei regional sehr unterschiedlich ab. Deutschland liegt „in einer Region mit relativ starker Erwärmung“ (Schönwiese, C.-D. 2010).

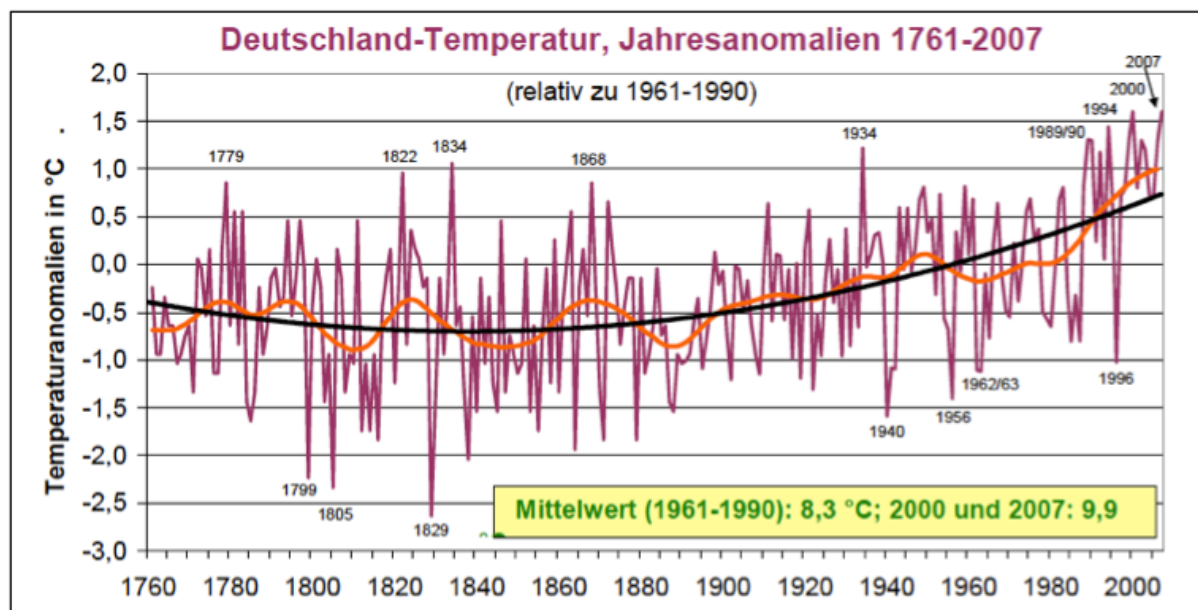
Abb. 73: Global gemittelte Jahresanomalien 1850-2007 (relativ zu 1961-1990) der bodennahen Lufttemperatur



lila, mit 20-jährig geglätteten Daten, blau, und Trendanalysen (mit Trendverstärkung in jüngerer Zeit

Quelle: Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R., 2008, S. 6 nach Datenquelle: Jones et al., 1999; CRU, 2008; bearbeitet.

Abb. 74: Jahresanomalien 1761-2007 (relativ zu 1961-1990) des Gebietsmittels der bodennahen Lufttemperatur in Deutschland



lila, mit nicht-linearer Trendfunktion, schwarz, die jedoch ab 1901 in guter Näherung linear ist und eine Erwärmung um rund 1 °C anzeigt, sowie 30-jähriger Glättung, hellrot

Quelle: Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R., 2008, S. 14 nach Datenquelle: Rapp, 2000, ergänzt nach DWD, 2008; bearbeitet.

Der Trend der Erwärmung in Deutschland hat für Sommer und Winter ungefähr das gleiche Ausmaß (Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 17). Die Anzahl extrem warmer Tage nimmt seit 1970 zu, während die Anzahl extrem kalter Tage (Frosttage) abnimmt.

Tab. 44: Übersicht der beobachteten (bodennahen) Temperatur- und Niederschlagstrends in Deutschland

Klimaelement		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur	1901-2000	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C	+ 1,1 °C	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C
	1951-200	+ 1,4 °C	+ 0,9 °C	+ 1,6 °C	+ 1,6 °C	+ 1,0 °C
Niederschlag	1901-2000	+ 13 %	- 3 %	+ 9 %	+ 19 %	+ 0,9 %
	1951-2000	+14 %	- 16 %	+ 18 %	+19 %	+ 6 %

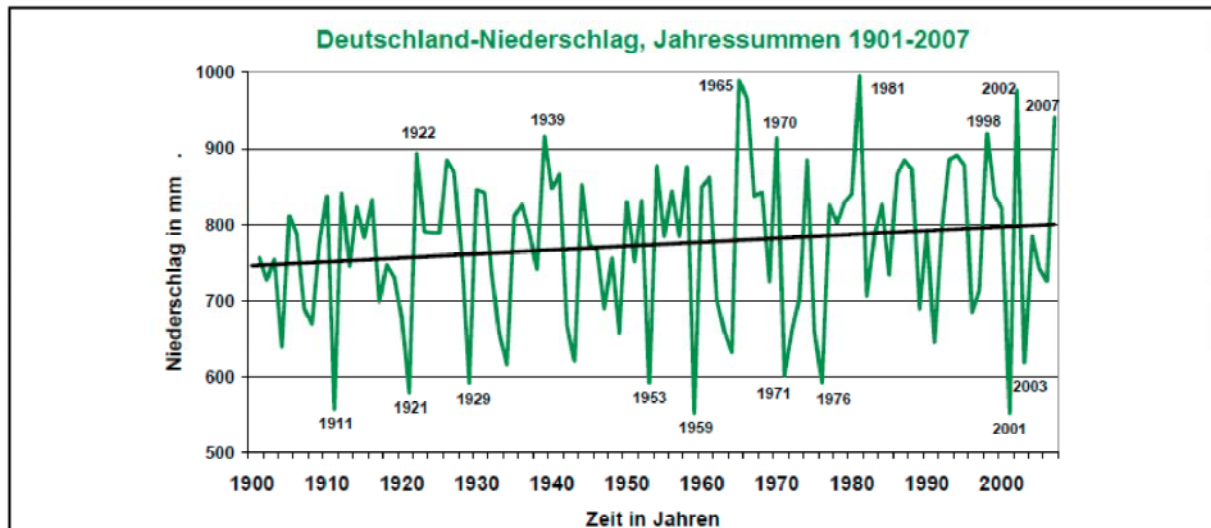
Quelle: Schönwiese, C.-D. 2010

Die durchschnittlichen Niederschläge in Deutschland nahmen seit Beginn der Industrialisierung (1900) bis 2007 von ca. 735 mm auf ca. 800 mm pro Jahr zu (Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 16). Ein besonders starker Anstieg ist seit den 1970er Jahren erfolgt. Dabei ist in den Sommermonaten eine Abnahme von Niederschlägen, im Winter dagegen eine Zunahme festzustellen (Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 16). Allerdings schwankt die durchschnittliche Niederschlagsmenge regional und im Jahresverlauf stark (Rapp, J., Schönwiese, C.-D., 1996; Trömel, S. & Schönwiese, C.-D. 2005.), regional sogar wesentlich stärker als die Temperatur (Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 11). So „ergibt sich (...) eine deutliche Diskrepanz zwischen Westen/Südwesten (teils kräftige Zunahmen [der Niederschläge] und Nordosten (Abnahmen im Sommer und Herbst, wenig Änderung im Winter und

Frühling)“ (Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 23). Die letzten 30 Jahre deuten insgesamt eine verstärkte Sommertrockenheit für einige Regionen Deutschlands an (Rapp, J. 2001; Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 16).

Der Anstieg der Wintertemperaturen führt im Zusammenhang mit der winterlichen Zunahme von Niederschlägen dazu, dass die Anzahl von Tagen mit einer Schneedecke abnimmt. Dies betrifft vor allem tiefere Lagen bis 800 m NN; in höheren Lagen kann die Anzahl der Tage mit Schneedecke auch zunehmen (Günther, T. 2004, S. 45).

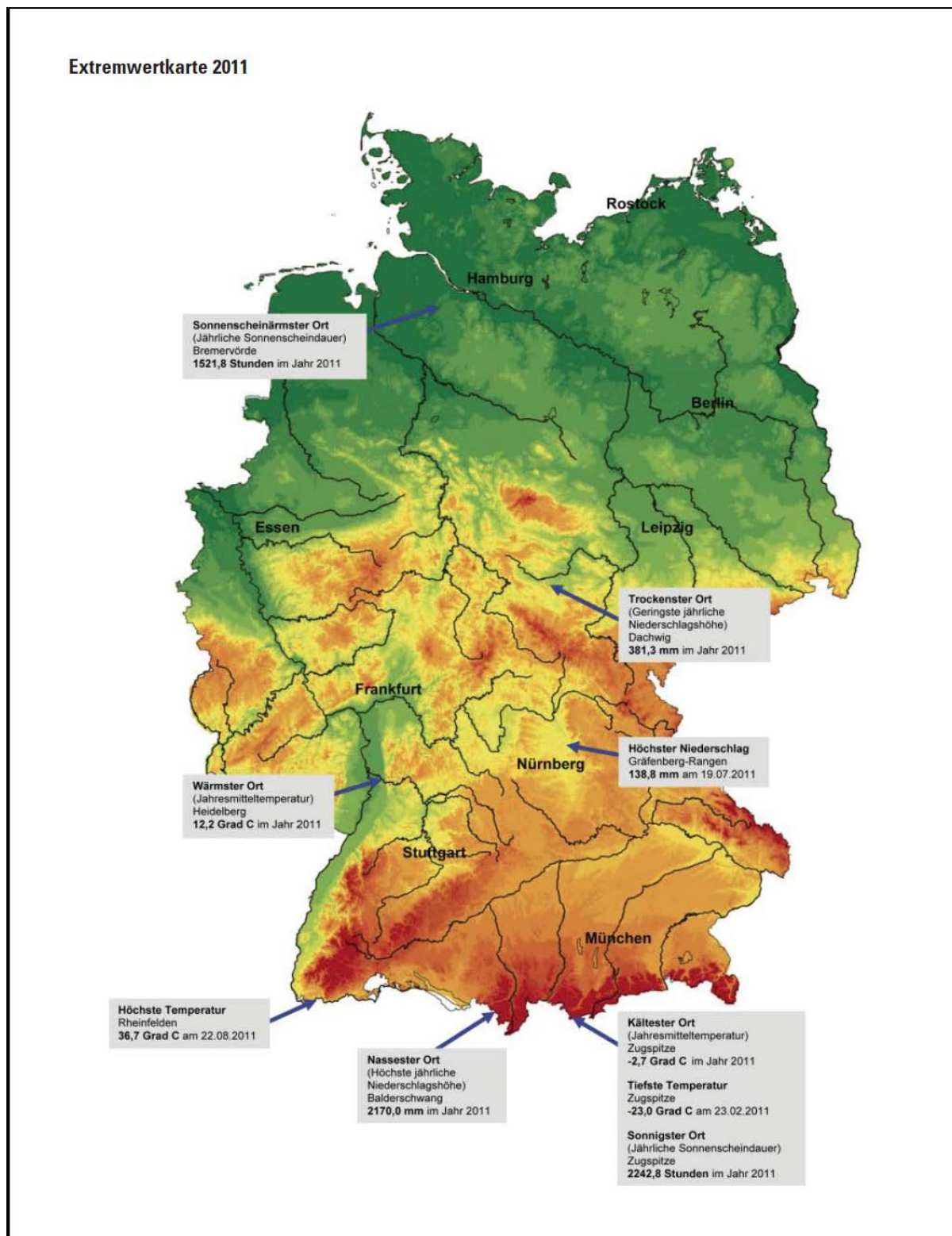
Abb. 75: Jahressummen 1901-2007 des Gebietsniederschlags Deutschland



Quelle: Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. 2008, S. 16 nach Datenquelle: DWD.

Neben den Veränderungen der durchschnittlichen Jahreswerte und -verläufe wird im Zusammenhang mit dem Klimawandel vor allem auch das Auftreten von Extremwetterereignissen wie Hitze, Stürme, Starkniederschläge diskutiert (Jonas, M. et al. 2005; Stock, M. et al. 2009; Steininger, K. et al. 2005; Coumou, D. & Rahmstorf, S. 2012). Die Betrachtung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Extremtemperaturen zeigt, dass sie für extrem hohe Temperaturen zunimmt, dagegen für extrem niedrige Temperaturen abnimmt (Jonas, M. et al. 2005, S. 128). So wird das Auftreten von Hitzesommern wie 2003 sehr viel wahrscheinlicher (Jonas, M. et al. 2005, S. 115). In Bezug auf die Niederschläge zeigt sich ein „echter“ Trend zu einem extremeren Klima. Es lässt sich eine „auffällige Häufung von großen Überschwemmungen in der jüngeren Zeit“ feststellen (Schönwiese, C.-D. 2010). Somit muss sich die Bevölkerung sowohl auf die Gefahr häufigerer Überschwemmungen im Winter (ganz besonders in der Westhälfte Deutschlands) und trockener Sommer einstellen (Jonas, M. et al. 2005, S. 129). Abb. 77 zeigt die 2011 in Deutschland aufgetretenen Extremwetterereignisse.

Abb. 76: Extremwetterereignisse 2011



Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), S. 17

Einige allgemeine Folgen des Klimawandels werden im Folgenden in Stichpunkten aufgeführt, die Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion im Anschluss daran ausführlicher behandelt.

6.3.2 Allgemeine Folgen des Klimawandels

Globaler Anstieg des Meeresspiegels (von 1901 bis 2005 Anstieg von 17cm (+/- 5 cm) (IPCC 2007) (Prognose: 2,5 bis 5,1 m bis zum Jahr 2300) (WBGU 2006, S. 38) – Folge:

Landverluste

Rückgang der arktischen Meereisbedeckung (im Sommer 7,4% pro Jahrzehnt) (IPCC 2007)

Rückzug der Gebirgsgletscher (ca. 50% Massenverlust in den Alpen seit 1850) (Häberli, W. & Maisch, M. 2007; Stock, M. et al. 2009)

Gefährdung der Wasserversorgung durch Überschwemmungen und Dürren, besonders in den Alpen ist aufgrund der geringen Retentionsflächen die Hochwassergefahr groß (Zebisch, M. et al. 2005, S. 167); Rückgang von Grundwasser- und Seenspiegel durch veränderte Wasserbilanzen (Stock, M. et al. 2009)

Gefährdung von Lebensräumen (Schönwiese, C.-D. 2010); Verschiebung von Vegetationsgrenzen, Eindringen gebietsfremder Arten und Schädlinge (Stock, M. et al. 2009); vor allem die Alpen mit einer hohen Anzahl endemischer Tier- und Pflanzenarten sind dafür sehr anfällig, da kaum Ausweichmöglichkeiten bestehen (Zebisch, M. et al. 2005, S. 167)

6.3.3 Wirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion

Die Landwirtschaft ist von Klimaveränderungen besonders stark betroffen (Goedecke, M. 2008, S. 13), da Wetter und Klima als Standortfaktoren direkten Einfluss auf die landwirtschaftliche Produktion haben. Die Klimagrößen Temperatur, Niederschlag, CO₂-Gehalt sind wesentliche Einflussfaktoren der landwirtschaftliche Produktion und wirken sich z.B. auf die nutzbare Anbaufläche, das Anbauspektrum an Kulturen und das Auftreten von Schädlingen und Krankheiten aus.

Im Folgenden werden einige direkte Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Erträge aufgrund regionaler Klimawirkungen erläutert, wobei der Schwerpunkt der Betrachtung auf dem Pflanzenbau liegt. Nicht betrachtet werden die sozioökonomischen Auswirkungen, die häufig mit den ökonomischen Auswirkungen im Zusammenhang stehen und an dieser Stelle nicht im Einzelnen zu behandeln sind.

Der Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre kann sich positiv auf die Photosyntheseleistung von Pflanzen auswirken. Höhere CO₂-Konzentrationen führen dazu, dass Licht, Wasser und Nährstoffe von der Pflanze effizienter genutzt werden können und die Pflanzenentwicklung beschleunigt werden kann (Düngereffekt; Weigel, H.-J. 2004, S. 21). So wird geschätzt, dass 5-10% der realisierten Ertragssteigerungen auf den Anstieg der CO₂-Konzentration zurückzuführen sind (Amthor 2001 und Fangmeier & Franzaring 2006 zitiert in Schaller, M. & Weigel, H.-J. 2007, S. 42). Die CO₂-bedingten Ertragssteigerungen dürften jedoch durch den Rückgang der Niederschläge in der Vegetationszeit begrenzt werden, der damit zukünftig der wesentliche ertragsbestimmende Klima-Faktor sein wird (Stock, M. 2009).

Auch der Anstieg der Temperatur kann die Photosyntheserate bis zu einer maximalen Höhe positiv beeinflussen (siehe Tab. 45). Steigt die Temperatur weiter, nimmt die Photosyntheseleistung wieder ab. Dabei variieren die entsprechenden Temperaturen in

Abhängigkeit von den Pflanzenarten (siehe Tab. 45). Besonders in Bezug auf die Toleranz gegenüber niedrigen Temperaturen bestehen große Unterschiede (Körner 2006, S. 54). Der Temperaturanstieg im Winter kann u.a. den notwendigen Vernalisationsreiz vieler Pflanzen negativ beeinflussen (Evans 1993).

Tab. 45: Die Temperaturabhängigkeit der Photosyntheseleistung verschiedener Kulturpflanzenarten

	T opt (°C)	T max (°C)	Kältetoleranz (°C) (Wachstumsbeginn)
Weizen	17-23	30-35	4-6
Mais	25-30	32-36	12-15
Sojabohne	15-20	35	--
Kartoffel	15-20	25	8-10

Quelle: Schaller, M. & Weigel, H.-J. 2007 S. 82 nach Wardlaw, 1979 zitiert in Rosenzweig u. Hillel 1998a

Die Veränderungen der Temperaturen im Jahresverlauf haben zwischen 1971 und 2000 schon zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode um ca. 10 Tage geführt (Weigel, H.-J. 2008). Dabei spielt vor allem der frühere Vegetationsbeginn eine Rolle, der u.a. auch die Gefahr von Spätfrostschäden erhöhen kann.

Der Klimawandel wirkt sich aber nicht nur auf das Wachstum von Kulturpflanzen aus, sondern auch Unkräuter/Beikräuter und Schadorganismen (Pilze, Insekten) werden durch den Klimawandel beeinflusst. Es wird erwartet, dass steigende Temperaturen – vor allem im Winter – zu verstärktem Schädlingsbefall und zur Einschleppung oder Einwanderung weiterer wärmeliebender Schadorganismen führen (Stock, M. et al. 2009; Stock, M. 2009; Zebisch, M. et al. 2005, S. 169). Eine Zunahme des Schädlingsbefalls ist schon heute im Forst feststellbar (Immler, T. & Blaschke, M. 2007).

Die steigenden Temperaturen wirken sich auch auf die Tierhaltung aus. So können hohe Temperaturen die Nahrungsaufnahme und Produktivität negativ beeinflussen. Die Leistung von Milchkühen nimmt bereits ab 20 bis 25°C ab, und ebenso wie im Bereich des Pflanzenbaus wird durch höhere Temperaturen die Einschleppung von wärmeliebenden Krankheitserregern begünstigt (Stock, M. 2009).

Neben dem Anstieg der Temperaturen verändern sich auch die Menge und die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge. So wird angenommen, dass die Niederschlagsmenge in einigen Regionen Deutschlands in der Vegetationsperiode abnimmt. Da Böden zudem in dieser Jahreszeit auch aufgrund der tendenziell steigenden Temperaturen vielfach stärker austrocknen, können sie Niederschläge – vor allem, wenn sie in Form von Starkniederschlägen auftreten - schlechter aufnehmen und die Gefahr von Erosion nimmt zu, womit wiederum langfristige Standortverschlechterungen verbunden sind (Stock, M. et al. 2009). Extremwetterereignisse wie Hagel und Gewitter können aber auch zu unmittelbaren Ernteverlusten durch Schädigungen der Pflanzen führen (Stock, M. et al. 2009).

Des Weiteren ist zu erwarten, dass ausbleibende Niederschläge während der Vegetationsperiode mit Ertragsseinbußen besonders auf Sandböden oder in aktuell schon sehr trockenen Regionen verbunden sind. Der IPCC geht davon aus, dass die weltweite Zunahme von Trockenheit betroffener Flächen seit 1970 auf den Klimawandel

zurückzuführen ist (IPCC 2007, S. 30). Eventuell müssen wichtige, hoch rentable Pflanzenkulturen zukünftig verstärkt bewässert werden.

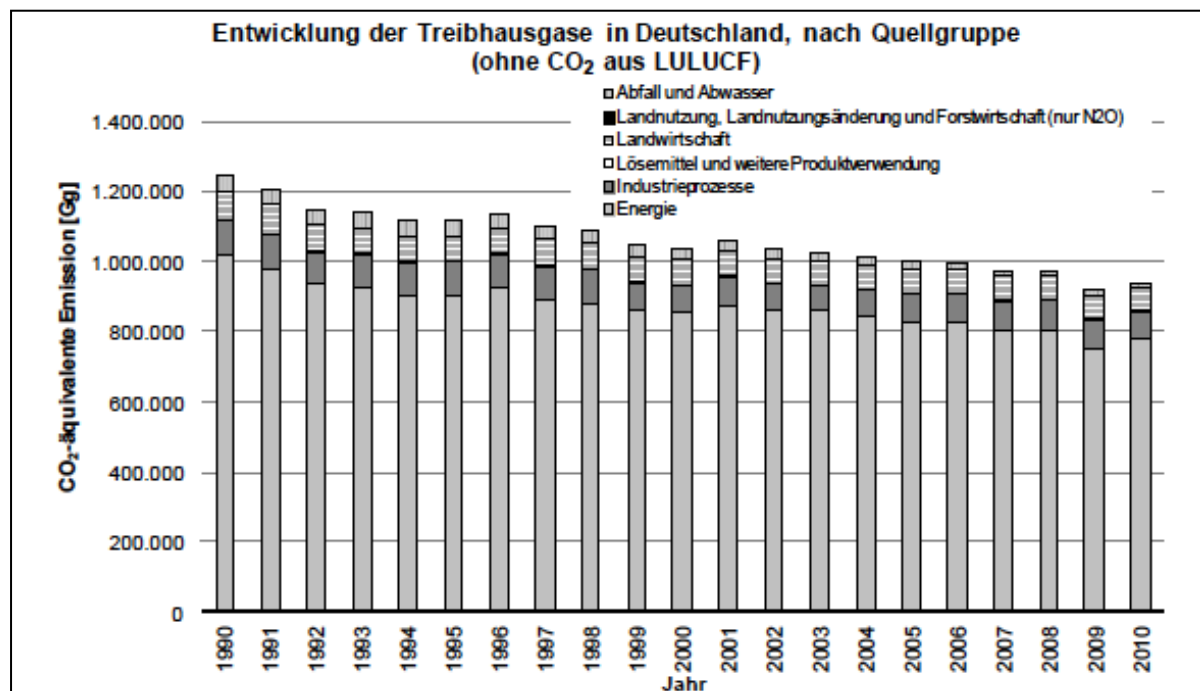
Auch der Anstieg des Meeresspiegels, von dem die Nordsee besonders betroffen ist – sie ist relativ flach, wodurch sie sich verstärkt aufwärmt, was zu einer thermischen Ausdehnung des Wassers führt und den Effekt des Meeresspiegelanstiegs noch verstärkt (Brooks, N. et al. 2006, S. 8 u. 11) – wirkt sich auf die Landwirtschaft aus. So kann es zum vermehrten Abbruch von Salzwiesen und Inselufern kommen (Landverlust) und die Entwässerung landeinwärts liegender Flächen wird erschwert, da das Wasser nicht abfließen kann, sondern sich zurückstaut, und dadurch auch Böden und Grundwasser versalzt werden (Sterr, H. 2008, S. 389).

Berechnungen deuten daraufhin, dass in Abhängigkeit des Temperaturanstiegs mit starken Ernteaussfällen oder -rückgängen zu rechnen ist. So hat Warren für einen Temperaturanstieg von 2°C berechnet, dass weltweit 220 Mio. Menschen an Nahrungsmittelunterversorgung leiden würden (Warren, R. 2006, S. 66). Deutschland gehört hingegen eher zu den Gewinnern des Klimawandels.

6.3.4 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Der Anteil des landwirtschaftlichen Treibhausgasausstoßes wird für das Jahr 2010 mit 7,2% angegeben. Die Art der Landnutzung und Landnutzungsänderungen sind in diesem Wert jedoch nicht berücksichtigt (Umweltbundesamt (Hrsg.) 2012, S. 59). Damit ist die Landwirtschaft nach den Quellgruppen „Energie“ (83,5% 2010) und „Industrieprozesse“ (7,8% 2010) der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasen.

Abb. 77: Emissionsentwicklung in Deutschland nach Quellgruppen



Quelle: Umweltbundesamt (Hrsg.) 2012c, S. 60

Dabei trägt die Landwirtschaft zum Ausstoß der verschiedenen Treibhausgase unterschiedlich viel bei (siehe Tab. 46).

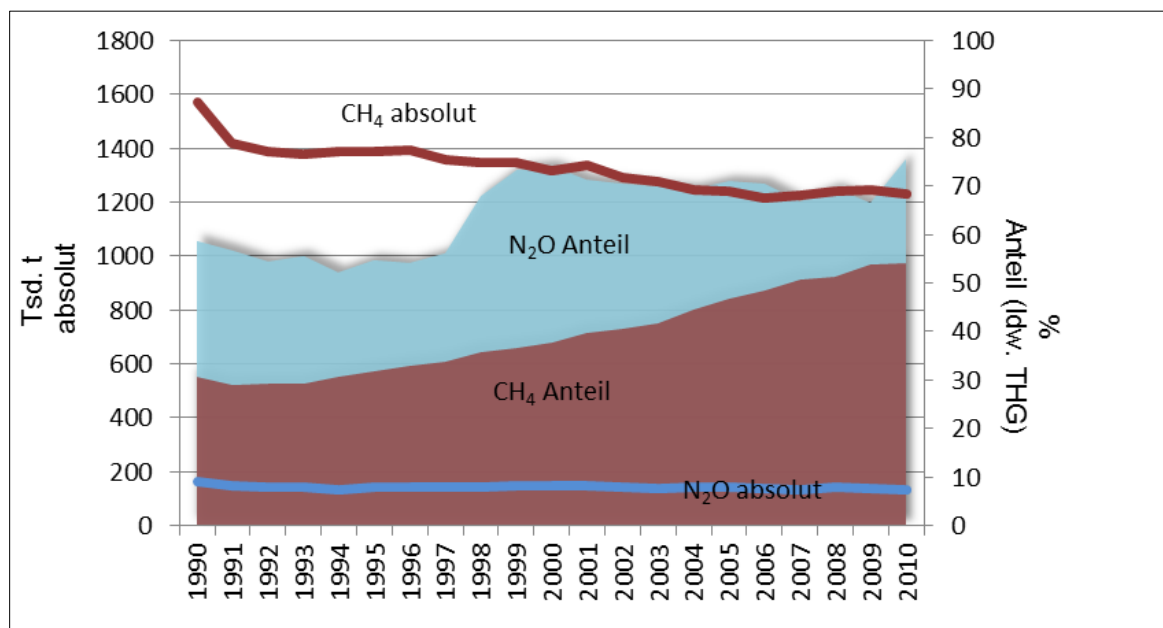
Tab. 46: Aufschlüsselung der anthropogenen Emissionen

Spurengas, Symbol	Anthropogene Emissionen aufgeschlüsselt
CO ₂ (Kohlendioxid)	74% fossile Energie, 23% Waldrodungen, 3% Zementproduktion und Holznutzung
CH ₄ (Methan)	27% fossile Energie, 23% Viehhaltung, 17% Reisanbau, 16% Abfälle (Müll, Abwasser), 11% Biomasse-Verbrennung, 6% Tierexkreme
FCKW	Treibhausgase in Spraydosen, Kältetechnik, Dämm-Material, Reinigung
N ₂ O (Lachgas)	23-48% Bodenbearbeitung (einschl. Düngung), 15-38% chemische Industrie, 17-23% fossile Energie, 15-19% Biomasse-Verbrennung
O ₃ (Ozon)	Indirekt über Vorläufersubstanzen wie z.B. Stickoxide (NO _x : Verkehr, Industrie u.a.)

Quelle: nach Schönwiese, C.-D. 2010, S. 12.

Die Methan- und Lachgas-Emissionen entstammen zu wesentlichen Teilen der Landwirtschaft. Sie haben zwischen 1990 und 2010 zwar abgenommen (Methan -22%; Lachgas -17%), allerdings hat sich der Anteil der Landwirtschaft am Ausstoß dieser Treibhausgase erhöht, da in anderen Quellgruppen größere Reduktionen realisiert werden konnten (siehe Abb. 79).

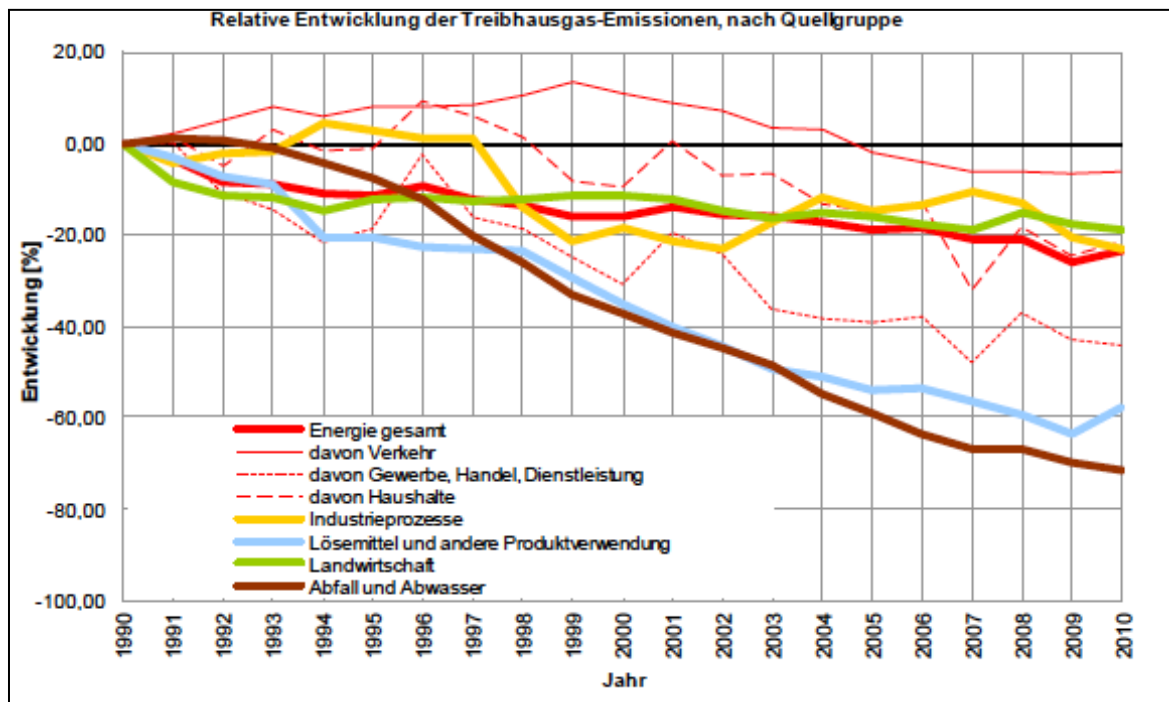
Abb. 78: Entwicklung der landwirtschaftlichen Methan- und Lachgas-Emissionen



Quelle: eigene Darstellung nach Daten Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, 1990 - 2010 (Endstand 14.12.2011)

Abb. 80 zeigt die relativen Entwicklungen der Treibhausgas-Emissionen nach Quellgruppen. Danach hat die Landwirtschaft mit Ausnahme des Verkehrs seit 1990 die geringsten Reduktionen erzielen können. Allerdings zeigt der Trend eine beständige Reduktion an.

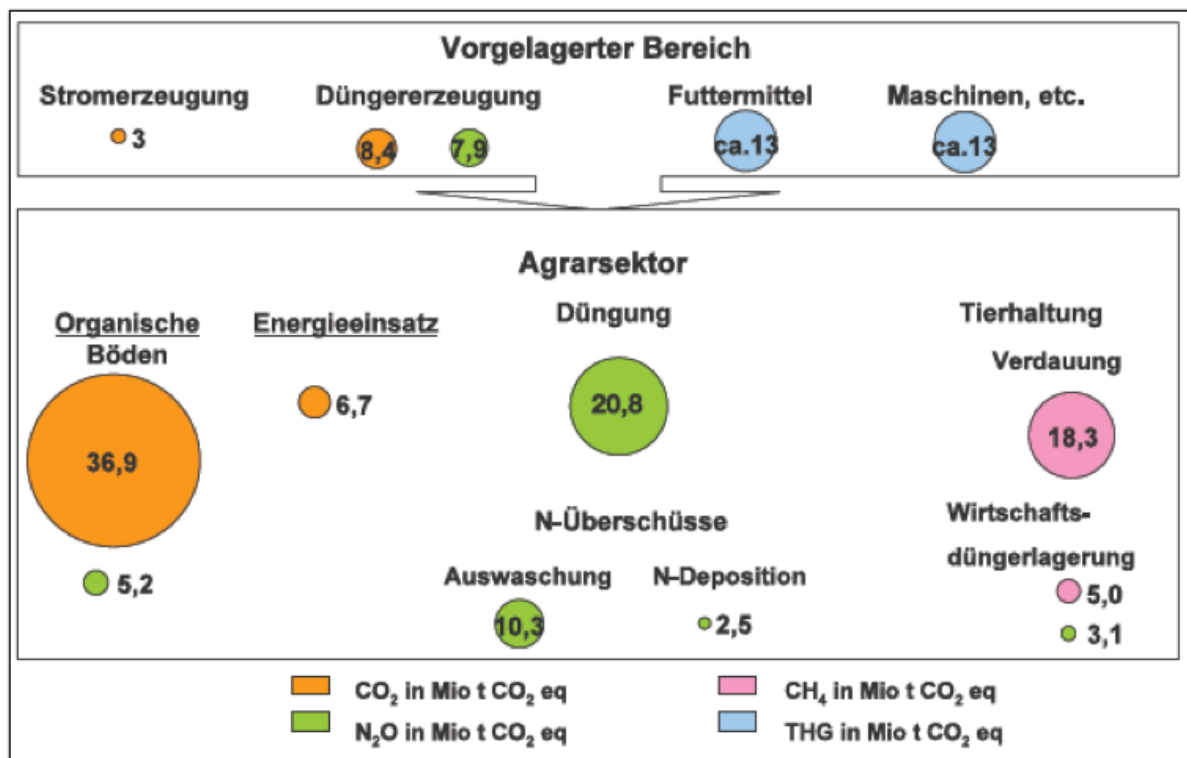
Abb. 79 Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen



Quelle: Umweltbundesamt (Hrsg.) 2012c, S. 61

Der Ausstoß von Treibhausgasen aus der Quellgruppe Landwirtschaft wird durch verschiedene landwirtschaftliche Wirkfaktoren beeinflusst. Abb. 81 zeigt eine Quantifizierung der Treibhausgasemissionen zum Agrarsektor und dem vorgelagerten Bereich. Ersichtlich ist die Bedeutung der Bewirtschaftung organischer Böden, aber auch der Düngung und der Verdauung.

Abb. 80: THG-Emissionen Agrarsektor und vorgelagerter Bereich im Jahr 2005 in der BRD

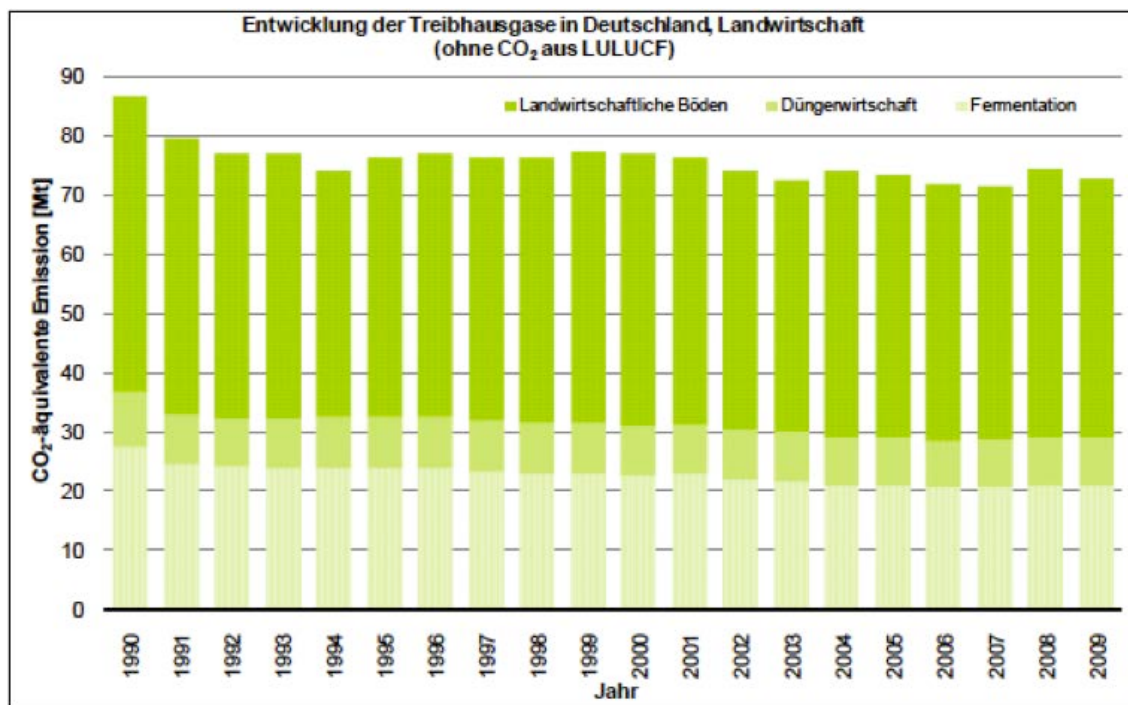


Quelle: eigene Darstellung nach Osterburg 2009

Der Nationale Inventarbericht führt in der Quellgruppe Landwirtschaft Emissionsdaten zu den Bereichen „Fermentation bei der Verdauung“, „Düngerwirtschaft“ sowie „landwirtschaftliche Böden“ auf.

Dabei werden auch hier dem Bereich „landwirtschaftliche Böden“ die meisten Treibhausgase, zugeordnet, gefolgt von den Bereichen „Fermentation bei der Verdauung“ und „Düngerwirtschaft“.

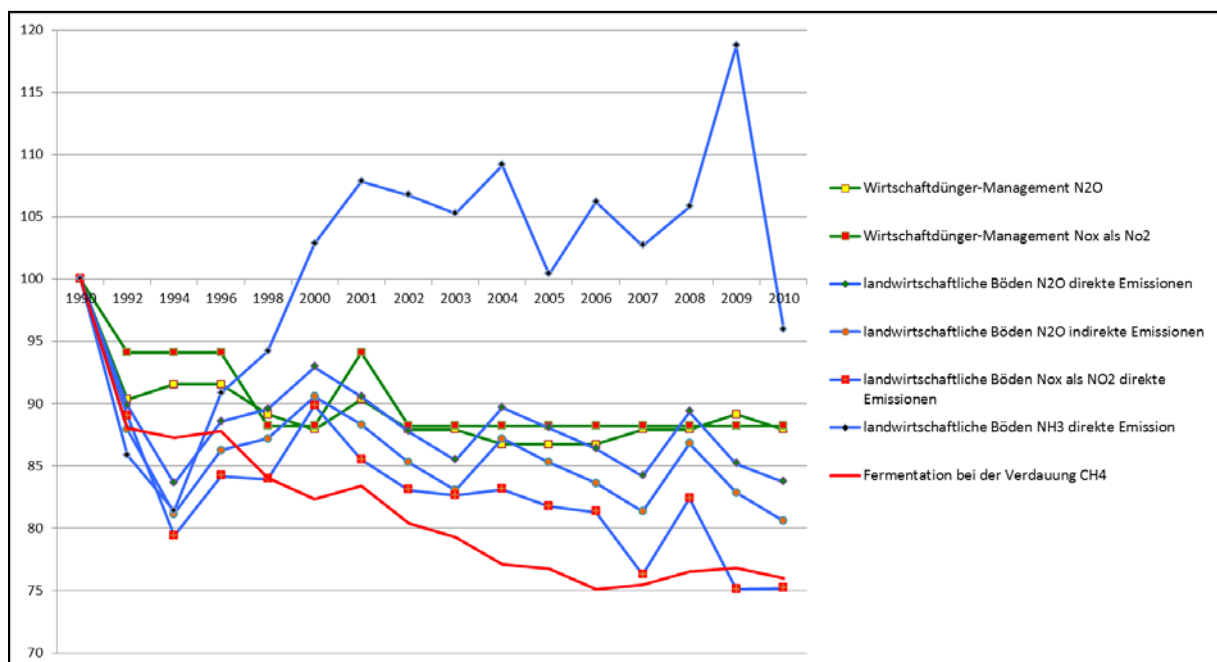
Abb. 81: Übersicht über die Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft



Quelle: Umweltbundesamt (Hrsg.) 2012c, S. 60

Die bisher realisierten Reduktionen variieren zwischen den einzelnen Treibhausgasen und den zugeordneten Bereichen (siehe Abb. 83). Die stärksten Reduktionen - um mehr als 20% - konnten im Bereich des Methanausstoßes durch Fermentation bei der Verdauung erzielt werden.

Abb. 82: Entwicklung des Anteils der Emissionen an den Gesamtemissionen aus der Quellgruppe Landwirtschaft nach Bereichen



Quelle: Eigene Darstellung nach Daten Umweltbundesamt 2012j

Bei Emissionen, die dem Bereich „Fermentation bei der Verdauung“ zugeordnet werden, handelt es sich im wesentlichen um Methanemissionen, die während des Verdauungsprozesses – vorwiegend von Wiederkäuern - entstehen. Maßgeblich verantwortlich für die Entstehung der deutschen CH₄-Emissionen sind Milchkühe (Umweltbundesamt 2012c, S. 406). Die Emissionen aus diesem Bereich beliefen sich 2010 auf 20.278 Gg CO₂äqu.. Seit 1990 haben die Emissionen aus diesem Bereich abgenommen bis zu einem Tiefpunkt 2006 von 20.038 Gg CO₂äqu..

Bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern entstehen durch biologische Abbauprozesse Methan und Lachgas. Die Höhe der Methan- und Lachgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management ist abhängig von den Tierarten, den Ausscheidungen in Abhängigkeit von der Tierleistung und Tierernährung, den Verweilzeiten auf Weide, im Stall und auf befestigten Flächen, dem Stalltyp, der Einstreu im Stall und der Art der Wirtschaftsdüngerlagerung (Umweltbundesamt 2012c, S. 410).

2009 entfielen „22,3% (1990: 19,5%) der gesamten CH₄-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft auf CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management“ (Umweltbundesamt 2012c, S. 410). Zwischen 1990 und 2009 sind diese Emissionen um 8,9% zurückgegangen. Der Rückgang der Gesamt-Methan-Emissionen ist im Wesentlichen auf die Abnahme der Tierbestände in den ostdeutschen Bundesländern zwischen 1990 und 1992 zurückzuführen (Umweltbundesamt 2012c, S. 410).

Im Bereich der Lachgas-Emissionen entstanden 2009 4,9% (1990: 5,3%) im Rahmen des Wirtschaftsdünger-Managements (Umweltbundesamt 2012c, S. 410). Sie haben zwischen 1990 und 2009 um 19,6% abgenommen. Auch dieser Rückgang ist vor allem auf den Rückgang der Tierzahlen zurückzuführen. Allerdings wurden in diesem Zeitraum auch Leistungssteigerungen realisiert, die aufgrund der höheren Stickstoff-Ausscheidungen pro Tier wiederum zu höheren Lachgas-Emissionen führen (Umweltbundesamt 2012c, S. 411).

Neben Methan und Lachgas entstehen im Bereich des Wirtschaftsdünger-Managements auch noch flüchtige organische Nicht-Methan-Verbindungen (NMVOC) durch die mikrobielle Umsetzung von Proteinen (Umweltbundesamt 2012c, S. 424). In der Berichterstattung werden diese Emissionen unter dem Bereich „Düngemanagement“ jedoch nicht aufgeführt.

Durch den Pflanzenbau auf landwirtschaftlichen Böden wird vor allem Lachgas emittiert. Es wird unterschieden zwischen direkten und indirekten Emissionen, sowie zwischen Emissionen aus gedüngten und aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen. Direkte Lachgas-Emissionen im Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden entstehen aus der Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdüngern, aus Ernterückständen, aus der Bewirtschaftung organischer Böden, durch Weidegang sowie durch die Ausbringung von Klärschlämmen (Umweltbundesamt 2012d, S. 441). Indirekte Lachgas-Emissionen entstehen als „Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie durch Stickstoff-Auswaschung und -Oberflächenabfluss“ (Umweltbundesamt 2012d, S. 397). In gedüngten Flächen führen natürliche Denitrifikations- und Nitrifikationsprozesse aufgrund eines zu hohen Eintrags von Wirtschafts- und Mineraldüngern zu Lachgas-Emissionen (Goedecke, M. 2008, S. 27). Auf ungedüngten Flächen ergeben sich indirekte Emissionen „aus zuvor ausgewaschenem und abgeflossenem Stickstoff aus der Landwirtschaft“, und direkte Emissionen durch Anbau von Leguminosen (Hülsenfrüchten) sowie durch Weidegang und Ernterückstände (Goedecke, M. 2008, S. 28).

Neben den in der Quellgruppe Landwirtschaft zusammengefassten Emissionen trägt die Landwirtschaft auch zu Emissionen der Quellgruppen „Energie“ und „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ bei. So ergeben sich Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Produktionsmittel, die sich 2003 auf 6,665 Gg CO₂ und 1 Gg Methan beliefen, was einem Treibhausgaspotential von 6,676 Gg CO₂äqu. entspricht. Aus der Quellgruppe „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ ergaben sich 2006 Emissionen von 1,4 Gg Lachgas und 25.008 Gg CO₂, die der Landwirtschaft zugerechnet werden können, sowie 16.531 Gg CO₂ aus der Grünlandbewirtschaftung. Dies ergibt ein Treibhausgaspotential von 41.974 Gg CO₂äqu. (Goedecke, M. 2008, S. 28f.). Der Beitrag der Landwirtschaft zum deutschen Treibhausgasausstoß liegt bei Berücksichtigung dieser Emissionen demnach höher und wird mit 13% bis 15% beziffert (13,2%: Goedecke, M. 2008, S. 29; 14%: Stern, N. 2006, 15%: Baumert, K. A. et al. 2005, S. 85).

Im Folgenden werden einige Wirkfaktoren der Treibhausgasentstehung in der Landwirtschaft dargestellt, wobei diese Darstellung hier nicht detailliert und umfassend erfolgen kann. Vielmehr werden diejenigen Wirkfaktoren herausgegriffen, die einen wesentlichen Anteil am landwirtschaftlichen Treibhausgasausstoß verursachen, ein hohes Minderungspotential besitzen oder weitere Wechselwirkungen mit dem Umwelt- und Naturschutz aufweisen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass landwirtschaftliche Praktiken meist per se mit dem Ausstoß von Treibhausgasen verbunden sind.

Die Tierhaltung trägt mit 94,9 Mio. t CO₂äqu. bzw. 71% zum landwirtschaftlichen Treibhausgasausstoß bei, wenn die Bereitstellung der Futtermittel mit berücksichtigt wird (Hirschfeld, J. 2008, S. 10). Die wesentlichen Treibhausgasquellen der Tierhaltung sind, wie schon erwähnt, die Entstehung von Methan im Verdauungsprozess, die Lagerung von Wirtschaftsdünger und die Entstehung von Lachgas bei der Verwendung von Wirtschaftsdüngern im Pflanzenbau (Freibauer et al. 2011).

Ein großer Teil dieser Emissionen (22,5 Mio. t CO₂äqu.) ist der Rinderhaltung zuzuordnen (Hirschfeld, J. 2008, S. 25). Der Ausstoß von Methan aus der tierischen Verdauung entsprach 2006 18,34 Mio. t CO₂äqu. und ist im wesentlichen auf die Rinderhaltung zurückzuführen (minus 24% von 1990 bis 2006) (Osterburg, B. et al. 2009, S. 18) (Anmerkung: eine Milchkuh emittiert im Durchschnitt 111,7 kg Methan pro Jahr, Dämmgen 2006, S. 26). 2,4 Mio. t CO₂äqu.. direkte Emissionen entstehen in der Schweinehaltung (ca. 2% der landwirtschaftlichen Gesamtemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement und der Verdauung (Hirschfeld, J. 2008, S. 25).

In Bezug auf die inländische Flächennutzung nimmt die Rinderhaltung Deutschlands 2006 insgesamt 6,6 Mio. ha (39% der Fläche) in Anspruch und die Schweinehaltung 3,0 Mio. ha (18% der Fläche) (jeweils inkl. Futtermittel, Hirschfeld, J. 2008, S. 27). Des Weiteren werden jährlich ca. 4 Mio. t Sojaschrot, 0,4 Mio. t pflanzliche Öle und Fette und 1,2 Mio. t Getreide als Futtermittel importiert. Sie verursachen in den Ursprungsländern Treibhausgas-Emissionen von mindestens 3 Mio. t CO₂äqu.. Werden die Transportemissionen noch hinzugerechnet, liegt der Treibhausgas-Ausstoß bei mindestens 6 Mio. t CO₂äqu., dabei sind die Treibhausgas-Emissionen durch Landnutzungsänderungen noch nicht berücksichtigt (Hirschfeld, J. 2008, S. 8).

Die Reduzierung des Ausstoßes von Methan aus der Verdauung kann zum einen – wie in den Jahren von 1990 bis 2009 geschehen – durch eine Reduzierung des Tierbestandes

erfolgen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass dies weltweit nur zu einer Reduzierung des Treibhausgasausstoßes führt, wenn gleichzeitig der Konsum tierischer Lebensmittel sinkt. Ist dies nicht der Fall, verlagert sich die Produktion tierischer Lebensmittel und der damit verbundene Ausstoß an Treibhausgasen in andere Länder und führt nicht zu einer globalen Reduzierung des Treibhausgasausstoßes (sog. leakage-Effekt).

Die Treibhausgasemissionen der Tierhaltung können ferner durch Stickstoff-angepasste Fütterung reduziert werden (z.B. Zuteilung des Kraftfutters mittels Transpondersystemen, TMR-Fütterungstechnik (Döhler, H. et al. 2002, S. 53); Phasenfütterung in Abhängigkeit von Alter oder Lebendmasse (KTBL 2008; Osterburg, B. et al. 2007, S. 76). Durch diese Maßnahmen ließen sich die Stickstoff-Ausscheidungen der Schweine- und Hähnchenmast um 16-18% reduzieren, die Stickstoff-Ausscheidungen von Sauen, Legehennen und Puten um 4-6% (Osterburg, B. et al. 2009, S. 51). Eine Stickstoff-angepasste Fütterung des gesamten deutschen Schweine- und Geflügelbestandes ergäbe gegenüber konventioneller Fütterung eine Reduzierung des Treibhausgasausstoßes von ca. 0,5 Mio. t CO₂äqu.. Eine weitere Minderung des Treibhausgasausstoßes in gleicher Größenordnung würde sich ergeben, wenn die Stickstoff-Ausscheidungen des Milchviehbestandes um 10% reduziert würden (Osterburg, B. et al. 2009, S. 51). Die Gesamt-Ammoniak-Emissionen im Bereich des Wirtschaftsdüngermanagements könnten je nach Annahmen um 5 bis 41% (Döhler, H. et al. 2002, S. 56) reduziert werden. Das Potential zur Reduzierung der Stickstoff-Ausscheidungen (kg Stickstoff/Stallplatz) durch verbesserte Fütterung wird mit 15 bis 25% (Osterburg, B. et al. 2007, S. 76) bzw. 4 bis 18% (Naumann, S. et al. 2010, S. 8) angegeben.

Durch die Dunglagerung entstehen jährlich 8 Mio. t CO₂äqu. (Stand: 2006), das entspricht ca. 13% der direkten landwirtschaftlichen Emissionen (Osterburg, B. et al. 2009, S. 18). Während der Lagerung von Wirtschaftsdüngern kann die Entstehung von Treibhausgasen z.B. durch die Abdeckung von Lagerstätten, durch die Reduzierung von Stickstoffgehalten in den organischen Düngern (siehe oben, Freibauer, A. et al. 2011) oder durch Vergärung reduziert werden. Je nach Art der Abdeckung und Art der Gülle (Rinder, Schweine) kann laut Döhler eine Minderung der Ammoniak-Emissionen von 20 bis 95% realisiert werden (Döhler, H. et al. 2011). Osterburg gibt Wirkungsgrade der Abdeckungsmaßnahme von 80 bis 100% an (Osterburg, B. et al. 2009, S. 64). So entweichen nach Berechnungen von Velthof in Europa aus nicht abgedeckten Dunglagerstätten bei Flüssiglagerung ca. 20% und bei Festmistlagerung ca. 10% des Stickstoffs. Bei den Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass 75% (Zentral- und Südeuropa) bzw. 90% (Nord- und Westeuropa) der Flüssigmistlager sowie 50% (in ganz Europa) der Festmistlagerstätten abgedeckt sind (Velthof G.L. et al. 2007, S. 28).

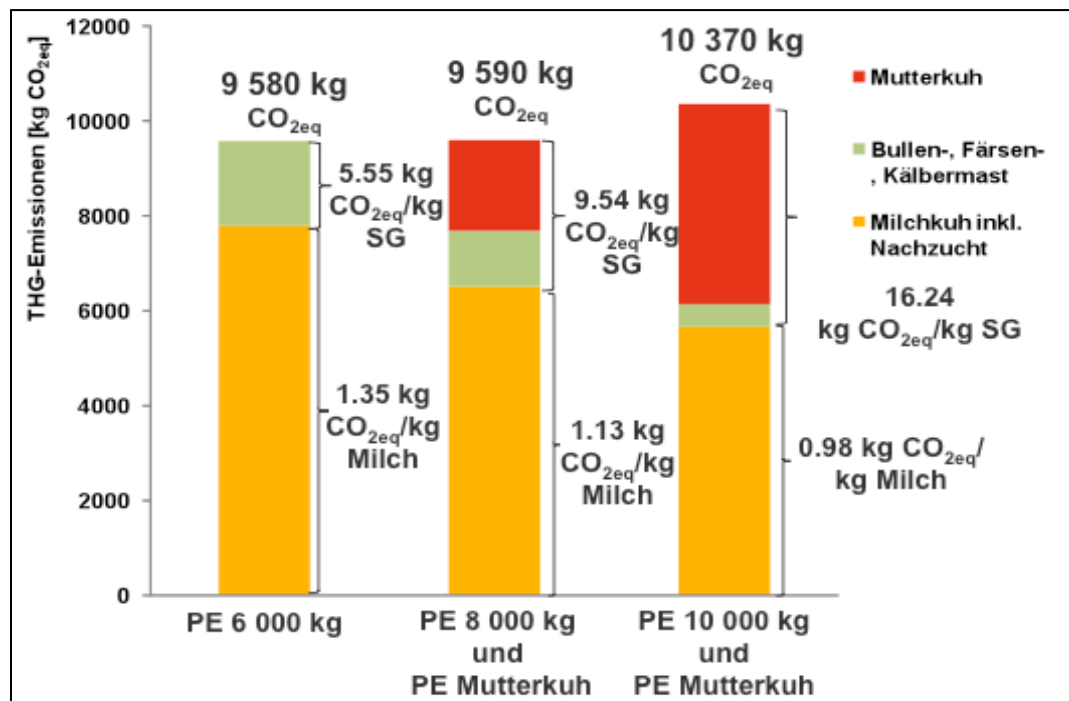
2007 entstanden in Deutschland 380.300 t Methanemissionen aus Gülle. Durch die Vergärung könnten je nach Gülleart zwischen 20% und 59% (FNR, 2005) – einige Berechnung gehen von bis zu 90% aus – dieser Emissionen reduziert werden (Olzem, B. 2008). Die Kofermentierung in Biogasanlagen und die anschließende gasdichte Lagerung nahmen in den letzten Jahren zu und führten zur Reduktion von Emissionen (bisher nicht statistisch erfasst, Osterburg, B. et al. 2009, S. 52). Nach einer groben Schätzung wird eine bereits realisierte Minderung bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern durch Vergärung in Biogasanlagen auf ca. 1,25 Mio. t CO₂äqu. angenommen. Dies entspricht einem Anteil von etwa 2% der Gesamtemissionen der Landwirtschaft von 63,5 Mio. t im Jahr 2006 (WWF 2010).

Für die Lagerung organischer Dünger müssen die Betriebe ausreichende Lagerkapazitäten aufweisen. Sie ermöglichen den Landwirten, den optimalen Zeitpunkt der Düngung zu wählen, während mangelnde Kapazitäten eine Düngerausbringung zu unpassender Zeit, mit nachteiligen Wirkungen erzwingen können. Bisher ist im Rahmen von Cross Compliance eine Lagerkapazität für Gülle und Jauche für mindesten 6 Monate vorgeschrieben, eine Ausweitung auf 9 Monate wird aktuell diskutiert.

Ein Zusammenhang besteht auch zwischen der Tierleistung und dem Ausstoß von Treibhausgasen. Je höher die Leistung, desto weniger Tiere müssen gehalten werden. Durch Leistungssteigerungen in der Milchviehhaltung konnten seit 1992 die Treibhausgasemissionen um ca. 1 Mio. t CO₂äqu. reduziert werden. Dies entspricht ca. 7% Treibhausgasminderung je kg Milch (Osterburg, B. et al. 2009, S. 54). Allerdings steigt der Ausstoß an Treibhausgasen bei Milchleistungen von über 11.000kg/Jahr wieder an (Flachowsky, G. & Lebzien, P. 2005).

Auch können Leistungssteigerungen nur zu verringerten Treibhausgasemissionen führen, wenn der Bedarf an Kälbern für die Fleischproduktion gedeckt werden kann. Ist dies nicht der Fall, dann ist zur Kompensation die Mutterkuhhaltung notwendig, wodurch die Treibhausgasemissionen wieder zunehmen. Allerdings sind Mutterkühe durch die Beweidung extensiver Standorte in der Lage, Futtermittel zu verwerten, die nicht in Konkurrenz mit der menschlichen Ernährung stehen. Durch die Beweidung können darüber hinaus auch anderweitige Umwelt- und Naturschutzleistungen z.B. im Bereich der Biodiversität erbracht werden.

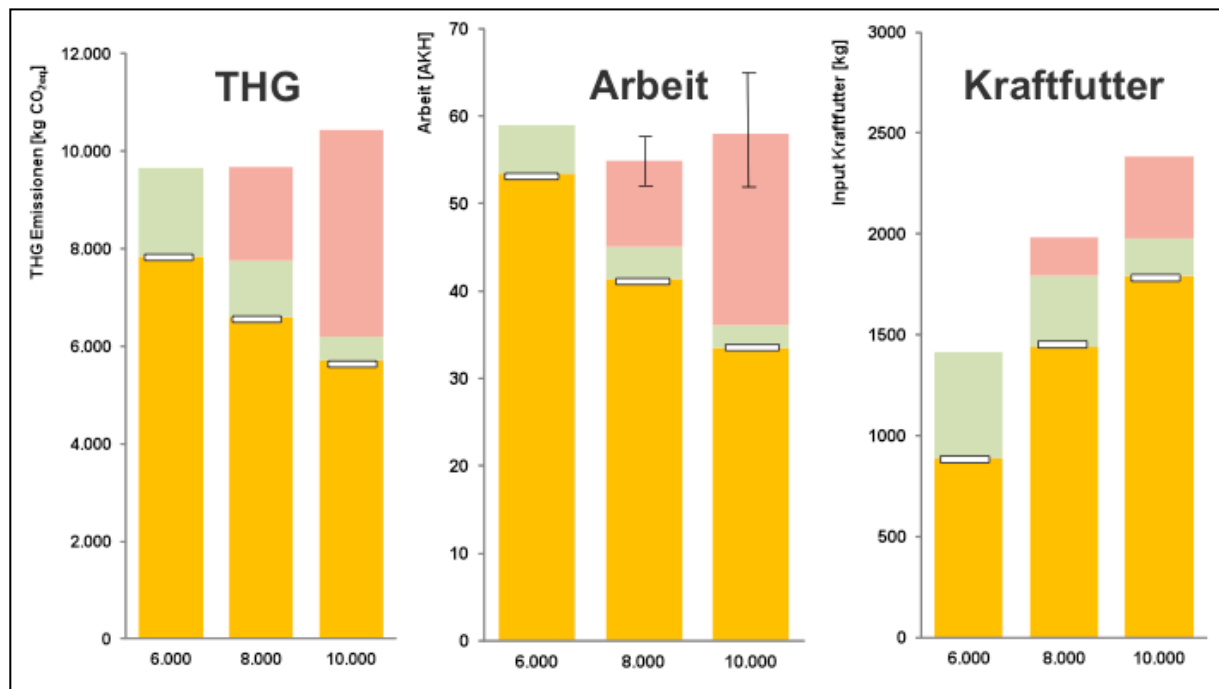
Abb. 83: THG-Emissionen und Leistungsniveau der Milchproduktion



Quelle: Zehetmeier et al., 2012

PE = Produktionseinheit

Abb. 84: THG-Emissionen, Arbeitszeitbedarf, Kraftfuttereinsatz pro Kuh in unterschiedlichen Milchproduktionssystemen



Quelle: Zehetmeier et al.o.J.

gelber Balken: konstante Milchmenge, bei zusätzlicher Konstanthaltung der Rindfleischproduktion; grüner Balken: Rindfleischproduktion durch Ausmast nicht zur Nachzucht benötigter Kälber; roter Balken: Rindfleisch aus der Mutterkuhhaltung

Des Weiteren können negative Wechselwirkungen zwischen der Tiergesundheit und der Nutzungsdauer auftreten, so dass mit zunehmender Leistung das Risiko für zahlreiche Erkrankungen steigt (Flachowsky, G. & Brade, W. 2007). Je höher die Leistung eines Tieres ist, umso geringer ist i.d.R. außerdem die Nutzungsdauer.

Weitere Einflussgrößen auf den Ausstoß von Treibhausgasen aus der Tierhaltung sind:

- Tiergesundheit: Gesundere Tiere können länger höhere Leistungen bringen.
- Reduzierung der Aufzucht-dauer: Durch kürzere Aufzuchtzeiten werden die „unproduktiven“ Treibhausgasausstöße reduziert. Die Treibhausgas-Emissionen pro kg Milch sinken. Dieser Effekt ist – gegenüber einer Erhöhung des Leistungsniveaus und einer daraus resultierenden möglichen Bestandsminderung – jedoch verhältnismäßig begrenzt (Brade, W. et al. 2008).
- Verlängerung der Nutzungsdauer: Durch längere Nutzungsdauern reduzieren sich die Emissionen von Treibhausgasen/kg Milch (Flachowsky, G. & Brade, W. 2007). Auch hier ist der Effekt – gegenüber einer Erhöhung des Leistungsniveaus und einer daraus resultierenden möglichen Bestandsminderung – relativ begrenzt (Brade, W. et al. 2008).

Im Bereich des Pflanzenbaus ist die Handhabung von Wirtschaftsdünger für die Entstehung von Treibhausgasen von Einfluss. Die Entstehung von Treibhausgasen, insbesondere Lachgas und Ammoniak, kann z.B. verringert werden durch

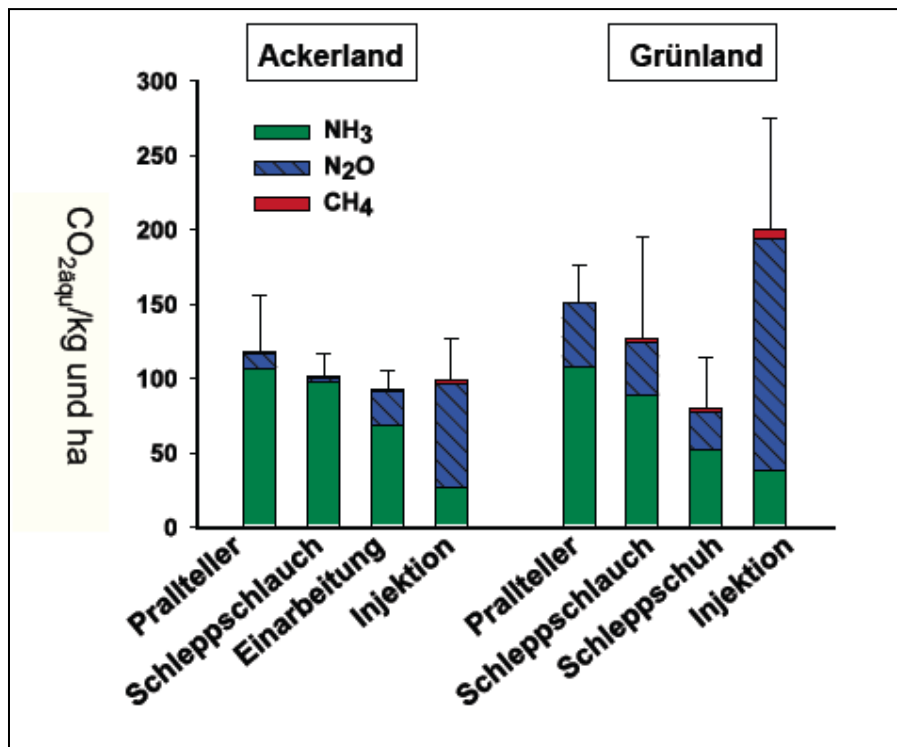
- sofortige Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern

- emissionsarme Ausbringung im Pflanzenbestand (Freibauer et al. 2011).

Wesentlich ist für die Emissionsminderung die sofortige Einarbeitung von ausgebrachten Wirtschaftsdüngern. So kann die „Einarbeitung von Rinder- und Schweinegülle innerhalb einer Stunde (...) die Verluste auf 10 bzw. 4 %“ reduzieren (Flessa, H. et al. 2012, S. 29). Seit 2011 ist eine Einarbeitung von Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organischen oder organisch- mineralischen Düngemitteln mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot auf unbestelltem Ackerland nach spätestens 4 Stunden vorgeschrieben (Düngeverordnung § 4 Abs. 2). 2011 haben 43% der Betriebe organische Dünger innerhalb von 4 Stunden eingearbeitet (Gurrath, P. 2011, S. 22). Schwierigkeiten ergeben sich jedoch bei der Kontrolle dieser Auflagen. Insbesondere in Regionen und Betrieben mit hohen Tierbesatzdichten, in denen die Entsorgung von Wirtschaftsdüngern (Gülle) Vorrang vor der Düngewirkung hat, ergibt sich zusätzlicher Informationsbedarf zu Vermittlung der Bedeutung der Maßnahme.

Auch emissionsarme Ausbringungstechniken können zur Vermeidung der Treibhausgas-Entstehung beitragen (Sommer, S.G. & Hutchings, N.J. 2001, S. 12). Abb. 86 zeigt jedoch, dass insbesondere Unterschiede in der Entstehung von NH_3 , N_2O und CH_4 mit dem Einsatz verschiedenartiger Ausbringungstechniken verbunden sind, wobei Trade-Offs in der Entstehung der Treibhausgase festgestellt werden können, d.h. durch veränderte Ausbringungstechnik kann zwar die Entstehung eines Treibhausgases verringert, diejenige eines anderen Treibhausgases jedoch häufig ansteigt. Daneben sind aber noch weitere Kriterien wie die Witterung, die Wassersättigung des Bodens usw. für die Erzielung von Treibhausgasminderungen verantwortlich, die vor allem bei der Beratung der Landwirte zu berücksichtigen sind.

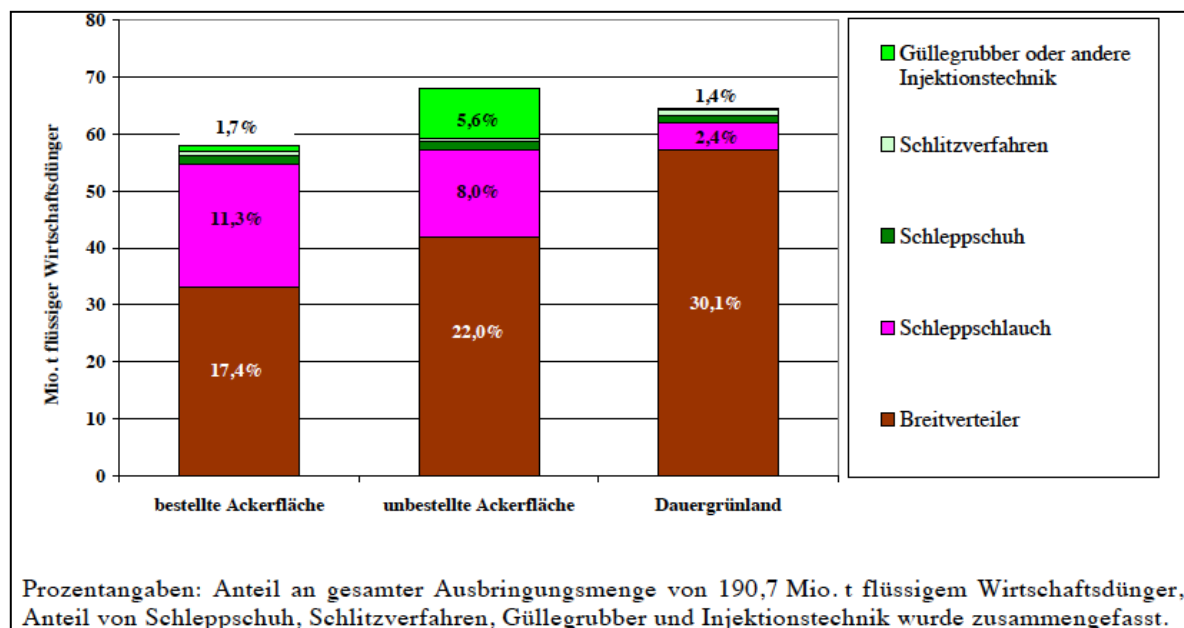
Abb. 85: Ausbringungstechnik und Emissionen an Treibhausgasen nach Gülle-Applikation



Quelle: Wulf et al. 2002

Der Einsatz entsprechender Ausbringungsgeräte wie Schleppschläuche oder Schleppschuhe hat sich bisher noch nicht entsprechend durchgesetzt (siehe Abb. 87). So werden auf Grünland 89% der Wirtschaftsdüngermenge mit Breitverteiler-Geräten ausgebracht, auf bestelltem Ackerland 57% (Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012, S. 177). Die Forderung zur Verwendung entsprechender Geräte ab 2020 (Ackerflächen) bzw. 2025 (Grünlandflächen) wird diskutiert.

Abb. 86: Ausbringungstechnik für flüssige Wirtschaftsdünger in Deutschland im Jahr 2010, differenziert nach Art der Ausbringungsfläche

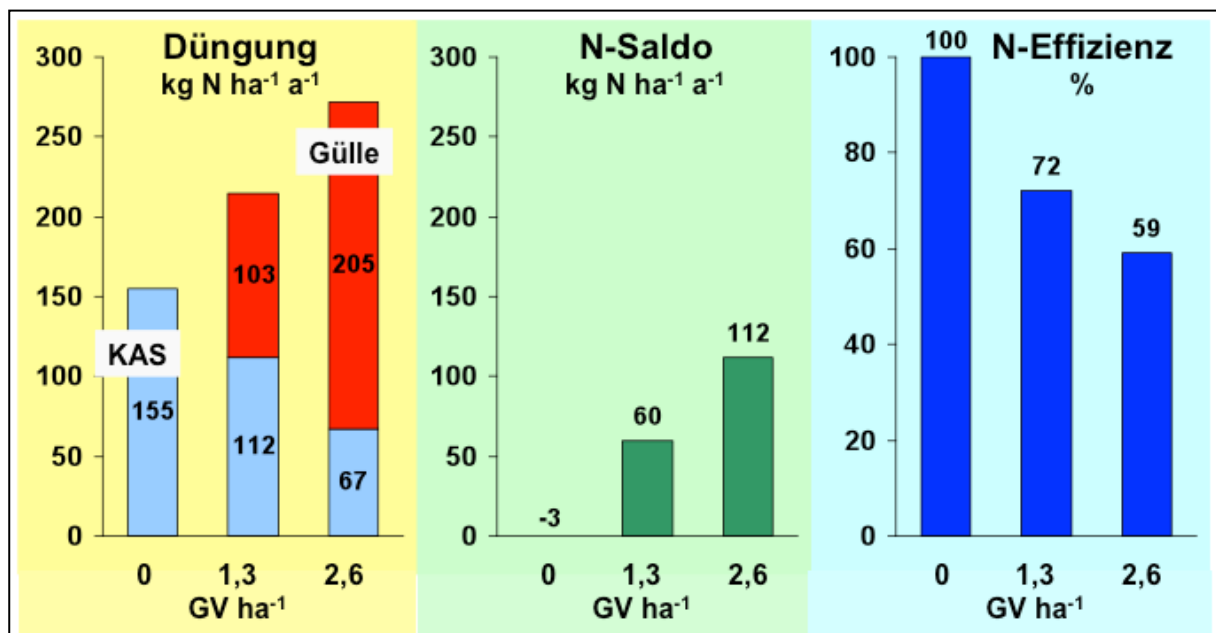


Quelle: Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012, S. 178

Der optimierte Einsatz von Düngern (Wirtschaftsdüngern und mineralischen Düngern) wird durch die Düngeverordnung und die formulierten Grundsätze der guten fachlichen Praxis sowie die Cross Compliance-Auflagen, die eine Einhaltung der Düngeverordnung vorschreiben, vorangetrieben. Allerdings wird immer noch bemängelt, dass einige Punkte nicht konkret genug formuliert bzw. strengere Vorschriften zu formulieren sind, um Verbesserungen zu erreichen (SRU 2004, S. 42; Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung 2012). Laut Goedecke werden außerdem die Auflagen der Düngeverordnung „von den Landwirten nur unzureichend in der Praxis umgesetzt“ (Goedecke, M. 2008, S. 37). Zwischen 1990 und 2007 hat die Reduzierung des Mineraldüngereinsatzes zusammen mit dem Abbau der Tierbestände jedoch eine Minderung des Treibhausgasausstoßes aus der Landwirtschaft um 16,5% bewirkt (Osterburg, B. 2010, S. 50-51). Allerdings ist in den letzten Jahren der Absatz von mineralischen Düngemitteln konstant geblieben bzw. steigt in der jüngsten Vergangenheit auch wieder an, was bei abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche zu einer Zunahme des Absatzes pro ha führt (Goedecke, M. 2008, S. 37).

Des Weiteren besteht auch die Notwendigkeit, den Einsatz organischer Dünger weiter zu optimieren. Insbesondere bei hohen Güllegaben sinkt die Stickstoff-Effizienz (siehe Abb. 88). Daher ist vor allem bei viehstarken Betrieben auf ordnungsgemäße Verwendung von organischem Dünger zu achten.

Abb. 87: Langzeitexperiment zur N-Effizienz von Rindergülle (11 Jahre)



Mineraldünger (KAS) / Gülle – Kombinationen zur Erzielung gleicher N-Abfuhr über Ernteprodukte (SiMais – WiWeizen – WiGerste): 155 – 160 kg N ha⁻¹ a⁻¹

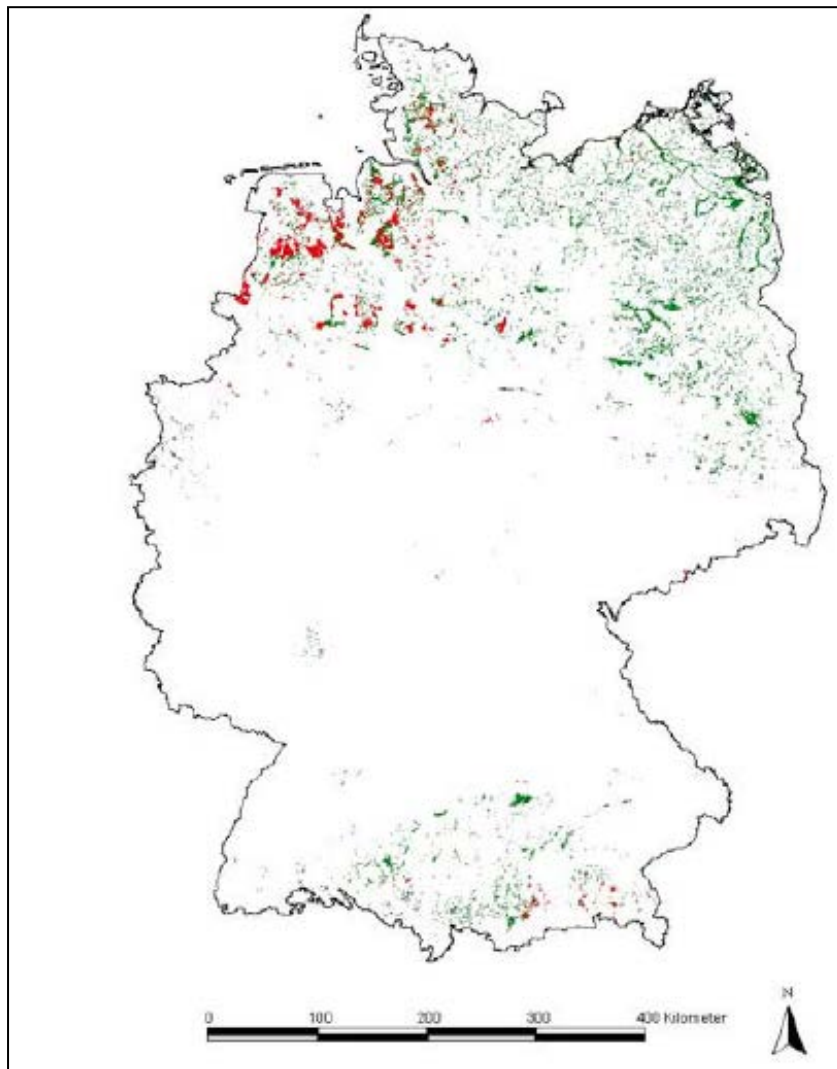
Quelle: Gutser und Ebertseder, 2005

Wesentliche weitere Einflussfaktoren auf die Entstehung von Treibhausgasemissionen aus dem Bereich der Landwirtschaft gehen vom Umbruch von Dauergrünland und der Bewirtschaftung kohlenstoffreicher Standorte (Moore, Anmoore) aus.

In den alten Bundesländern wurden in den letzten 50 Jahren über 3 Mio. ha Grünland umgebrochen und in Ackerflächen umgewandelt (ca. 21 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche). In den neuen Bundesländern lag der prozentuale Anteil des Grünlandumbruchs noch höher (SRU 2008, S. 158). 2010 bedeckte Grünland in Deutschland nur noch etwa 30% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Nitsch, H. et al., 2010) bzw. 4,6 Mio. ha (BMELV 2012d). Eine Ursache hierfür wird in der Ausdehnung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen gesehen. So wird mehr als 50% des umgebrochenen Grünlandes als Maisanbaufläche verwendet (Nitsch, H. et al., 2010, S. 5). Grünland erbringt jedoch eine Reihe vielfältiger Umweltleistungen (Lebensraum, Grund- und Oberflächenwasserschutz, Hochwasserschutz) und dient auch als Kohlenstoffspeicher. So speichert in Europa Grünland auf mineralischen Böden durchschnittlich 60 g Kohlenstoff pro m² und Jahr und damit fast doppelt so viel wie Waldböden (SRU 2008, S. 158). Die Werte sind jedoch stark standortabhängig. Beispielsweise verfügen alte, humose und moorige Standorte über erheblich höhere Bodenkohlenstoffvorräte als junges Grünland auf Mineralboden (Osterburg et al., 2009, S. 44). Durch den Umbruch von Grünland in Acker wird Kohlenstoff freigesetzt (> 1 t pro ha und Jahr über 20 Jahre hinweg, Hülsbergen, K.-J. et al. 2008, S. 69). Die Freisetzung ist in den ersten Jahren nach Umbruch am höchsten (Osterburg, B. et al. 2009, S. 44). Werden diese Emissionen aus dem Grünlandumbruch dem Anbau von Biomasse-Energieträgern zugerechnet, so würde deren nachteiliger Klimaeffekt erst nach ca. 30 Jahren durch den positiven Effekt der Bioenergie-Produktion kompensiert werden (Schmid, H. & Hülsbergen, K.-J. 2010: S. 236).

Auch die Bewirtschaftung von Moorböden ist mit der Entstehung großer Treibhausgasmengen verbunden. Moore speichern große Kohlenstoffmengen: pro Hektar im Mittel 700 t CO₂, d.h. sechsmal soviel wie Wald (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2012, S. 5). So sind ca. 30% des weltweiten Boden-Kohlenstoffs in Mooren gespeichert, obwohl sie nur 3% der Landfläche bedecken (Succow, M. 2012). Naturnahe Moore speichern aber nicht nur CO₂, sie setzen auch Methan frei (Höper, H. 2007). Während der Vernässung steigt die Methan-Emissionen an (Osterburg, B. et al. 2009, S. 47). Naturnahe Moore sind aber als klimaneutral zu betrachten, da die Effekte der CO₂-Bindung und der Methan-Entstehung sich aufheben (Drösler, M. et al. 2011, S. 10). Auf ihre Gesamtlebensdauer bezogen können Moore als Netto-Senken von Treibhausgasen bzw. deren Ausgangsstoffen bezeichnet werden (SRU 2008, S. 158), da sie Biomasse akkumulieren, d.h. Kohlenstoff speichern.

Abb. 88: Moorflächen in Deutschland nach GÜK 2000 (BGR o. Jahr)



Rot: Hochmoore, Grün: Niedermoore

Quelle: Drösler, M. et al. 2011, S. 2

In Deutschland sind 5,1% der Landfläche mit Mooren bedeckt, und 8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche befindet sich auf kultivierten Mooren (Drösler, M. et al.

2011, S. 2). Die deutschen Moorflächen werden zu 71% landwirtschaftlich genutzt (32% Acker, 40% Grünland, Drösler, M. et al. 2011, S. 2). Auch auf Moorstandorten (und anderen nassen Böden) ist ein Umbruch von Grünland zu beobachten. So wurden zwischen 2005 und 2007 6.000 ha Dauergrünland auf Moor- und anderen nassen Böden zu Ackerland umgebrochen, was einer im Vergleich zu anderen Standorten hohen Umwandlungsrate entspricht (Nitsch et al., 2010 S. 5) Damit die Flächen landwirtschaftlich genutzt werden können, werden die Wasserstände der Moore abgesenkt (vgl. Drösler, M. et al. 2011, S. 8). Dadurch dringt Luft in die Böden ein, führt zum Abbau von Torf und zur Emission von Kohlendioxid. So entstehen bei Grünlandnutzung zwischen ca. 18 t CO₂äqu. (Hirschfeld et al. 2008, S. 148) und 22,2 t CO₂äqu. pro Hektar und Jahr (Drösler, M. et al. 2011, S. 3), bei Ackernutzung zwischen 40 t CO₂äqu. (Hirschfeld et al. 2008, S. 148.) und 44,2 t CO₂äqu. pro Hektar und Jahr (Drösler, M. et al. 2011, S.3). Der SRU gibt für die Treibhausgasemissionen als Ackerland oder Grünland genutzter Moorstandorte Werte zwischen 2,4 - 5,6 t CO₂äqu. je Hektar und Jahr an (SRU 2008, S. 159). Die gesamten Treibhausgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten Moorflächen werden für 2009 mit 40 Mio. t CO₂äqu. angegeben (Michel, B. et al. 2011, S. 10). Die ackerbauliche Nutzung von Mooren ist damit die größte Treibhausgas-Einzelquelle im Sektor Landwirtschaft.

Im Gegenzug können Moore auch als Senken für Treibhausgase dienen. Es wird geschätzt, dass durch Extensivierung und Wiedervernässung auf naturnahe Wasserstände die Emissionen aus Mooren um etwa 35 Mio. t CO₂äqu. pro Jahr bzw. 76 % der aktuellen Emissionen reduziert werden können (Freibauer et al. 2009). Dadurch würden die Gesamtemissionen der deutschen Landwirtschaft um 27,7% reduziert. Allerdings wird das Emissionsminderungspotential der Moore evtl. überschätzt (Wiedervernässung nicht bei allen Moorflächen vollständig möglich) oder auch unterschätzt (wachsende (torfakkumulierende) Moore speichern zusätzlichen Kohlenstoff) (Hirschfeld et al. 2008, S. 148). In Bayern könnten durch die Renaturierung der Moorstandorte jährlich bis zu 5 Mio. t CO₂äqu. eingespart werden. Dies entspricht ca. 6% des jährlichen bayerischen Treibhausgasausstoßes (Bezugsjahr 2003) (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009). Da Moorstandorte darüber hinaus Lebensräume für viele gefährdete Arten bieten, ist eine Erhaltung und Renaturierung von Moorstandorten auch aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes interessant.

Es ist jedoch anzumerken, dass die ackerbauliche Nutzung auf einigen Moorstandorten sehr wirtschaftlich ist. Allerdings werden auch ertragsschwache Moorstandorte landwirtschaftlich genutzt, deren Renaturierung mit CO₂ Vermeidungskosten von 10 bis 135 €/t CO₂äqu. (Betrachtungszeitraum: 20 Jahre) verbunden wäre (Drösler, M. et al. 2011, S. 11). Ein relevantes Kriterium der Moorrenaturierung sind die damit verbundenen indirekten Landnutzungsänderungen, weil die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung auf Moorstandorten zu einer Verlagerung der Produktion auf andere Standorte führt, entweder durch Intensivierung der Produktion auf vorhandenen Standorten, oder durch Inkulturnahme neuer Standorte. Indirekte Landnutzungsänderungen sind mit jedem zusätzlichen Anspruch an die Fläche verbunden.

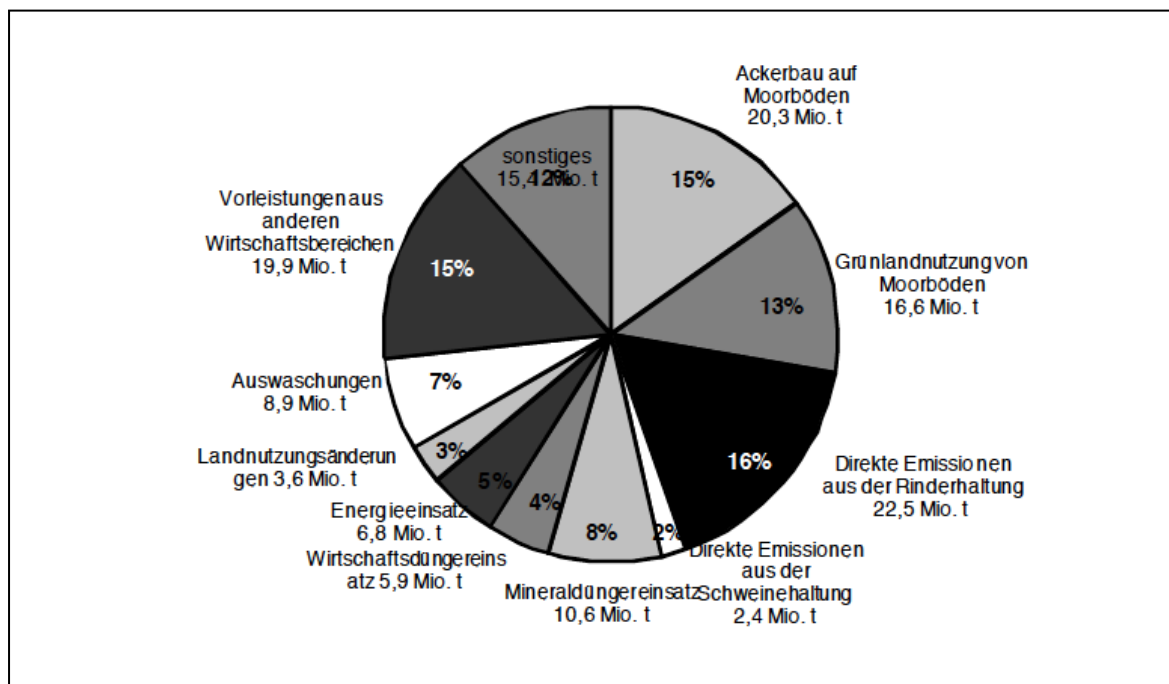
6.3.5 Zusammenfassender Überblick

Im Gutachten des SRU von 1985 wurden die Themen Klima und Klimawandel noch kaum benannt (SRU 1985, S. 276). Seit 1985 hat das Klima als Schutzgut wesentlich an Bedeutung gewonnen, und die Forschung hat sich in diesem Bereich rasant entwickelt. Nach Phasen verbreiteter Skepsis über den Klimawandel und seine Ursachen ist sich die Wissenschaft mittlerweile weitgehend einig, dass der aktuelle Klimawandel anthropogen verursacht ist. Die Landwirtschaft ist im Zusammenhang mit dem Klimawandel zum einen als Betroffene, aber auch als Mit-Verursacher und als Lösungsbeitrag zu diskutieren.

So wirkt sich der Klimawandel durch die zeitliche und räumliche Verschiebung von Temperaturen und Niederschlägen sowie das Auftreten von Extremwetterereignissen auf die Produktionsbedingungen der Landwirtschaft aus. Es ist davon auszugehen, dass zukünftig größere Schwankungen in der Quantität und Qualität der Ernteprodukte zu erwarten sind und es auch zu einer geographischen Verschiebung der anbaubaren Kulturen kommt. Daneben werden züchterische Maßnahmen notwendig, um Pflanzen- und Tierproduktion an veränderte klimatische Rahmenbedingungen anzupassen.

Die Landwirtschaft ist jedoch auch „ein beachtenswerter Mit-Verursacher des Klimawandels“ (Goedecke, M. 2008, S. 25). Je nach Festlegung der Systemgrenzen trägt die deutsche Landwirtschaft bis zu 15% zum deutschen Treibhausgasausstoß bei (Baumert, K. A. et al. 2005, S. 85). Wird in globaler Sicht die Waldflächenabnahme zusätzlich der Landwirtschaft angelastet, da sie in erster Linie „der Gewinnung neuer landwirtschaftlicher Nutzflächen dient, [dann] kann der Anteil der Landwirtschaft (einschließlich Landnutzungsänderungen) am globalen Treibhauseffekt auf ca. 30% veranschlagt werden“ (Jering, A. et al. 2012, S. 24). Einen Überblick über die Zuordnung direkter Treibhausgasemissionen zu verschiedenen Bereichen der landwirtschaftlichen Erzeugung gibt zusammengefasst Abb. 90.

Abb. 89: Anteile verschiedener direkter Treibhausgas-Emissionsquellen in der Landwirtschaft im Jahr 2004



Quelle: Hirschfeld, J. 2008, S. 25

Vielfach sind die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen jedoch auf natürliche Prozesse zurückzuführen (z.B. Methanentstehung bei der Verdauung, mikrobielle Abbauprozesse im Boden). In diesen Fällen ist eine „Emissionsminderung ohne Reduktion der Produktivität äußerst schwierig“ (Goedecke, M. 2008, S. 25). Eine Reduktion von Treibhausgasen ist jedoch auch mit einer Reihe von Effizienz steigernden Maßnahmen möglich, die sowohl ökonomisch als auch im Hinblick auf die Beeinflussung anderer Umwelt- und Naturschutzgüter mit positiven Effekten verbunden sein können. Als Beispiel sei hier die Steigerung der Stickstoff-Effizienz der Düngung zu nennen, die in Deutschland bisher maximal bei 50% liegt (Schubert, S. 2006 S. 109f.).

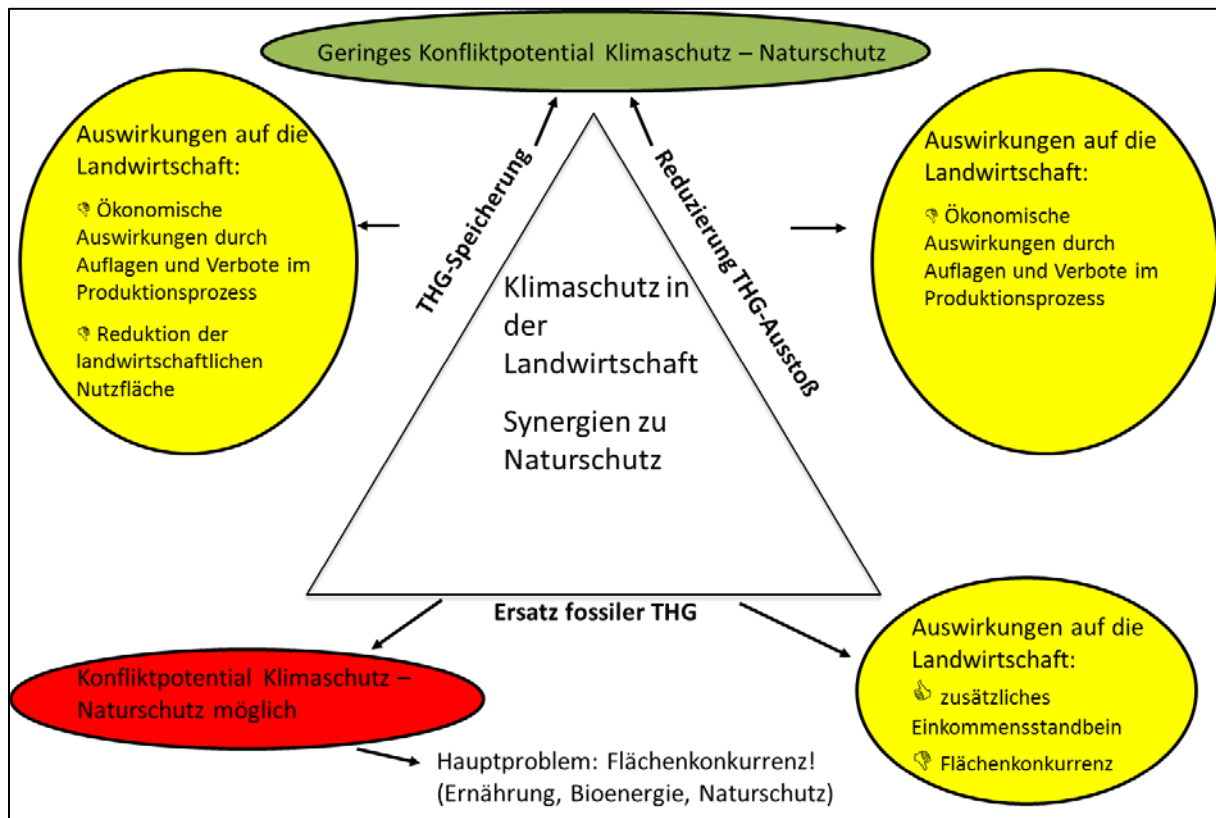
Zur Minderung des Treibhausgasausstoßes kann die Landwirtschaft mit folgenden Mechanismen beitragen: Reduzierung der im Rahmen der Produktionsprozesse entstehenden Treibhausgasemissionen (wie oben dargestellt), Speicherung von Treibhausgasen (Senkenwirkung) und Produktion nachwachsender Rohstoffe als Ersatz fossiler Energieträger (siehe hierzu Kapitel 5.3) bzw. als Standorte sonstiger erneuerbarer Energien-Anlagen (Stellflächen für Windenergieanlagen, Freiflächen-Photovoltaikanlagen – deren Wirkung ist vorwiegend dem Energiesektor zuzurechnen). Die Diskussionen und Konfliktbereiche, die insbesondere durch die Produktion nachwachsender Rohstoffe entstehen, sind in Kapitel 5.3 dargestellt.

Die Landwirtschaft spielt darüber hinaus eine bedeutende Rolle in der Diskussion um die Speicherung und damit die Reduzierung von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Das weltweite Potential zur Speicherung atmosphärischen Kohlenstoffs in landwirtschaftlichen Nutzflächen wird auf $0,9 \pm 0,3$ Mrd. t Kohlenstoff pro Jahr geschätzt, wozu Europa aufgrund des geringen Flächenanteils nur 1% beiträgt (Lal, R. 2004 zitiert in Smith, P. 2004, S. 231). Das Kohlenstoffspeicherungspotential der europäischen Landwirtschaft (EU15) wird von Smith mit 90 bis 120 Mt. CO₂äqu. pro Jahr angegeben, das aber aufgrund verschiedener Hemmnisse sicher nur zu einem geringen Anteil realisiert werden kann (Smith, P. et al. 2007, S. 807). Die Europäische Kommission ging davon aus, dass in der EU-15 jährlich 60-70 Mio. t CO₂ in landwirtschaftlichen Böden gespeichert werden können (European Climate Change Programme (ECCP) 2004, S. 4). Weitere Autoren beziffern den potentiellen Beitrag der Land- und Forstwirtschaft zur Senkung der Gesamtemissionen auf 18%, was einen Beitrag von 1/3 des gesamten Vermeidungspotenzials entsprechen würde (Schaffnit-Chatterjee, C. 2011). Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die CO₂-Speicherung ein begrenztes Potential hat und nicht dauerhaft ist (Smith, P. et al. 2004 S.235)

Des Weiteren kann die Landwirtschaft über die Erzeugung von Biomasse-Energieträgern und Standorte weiterer erneuerbarer Energien-Anlagen einen Beitrag zum Ersatz fossiler Rohstoffe und dem damit verbundenen Ausstoß an Treibhausgasen leisten. Die Erzeugung erneuerbarer Energien ist aber mit einer Reihe von Wechselwirkungen mit anderen Umwelt- und Naturschutzgütern verbunden. Insbesondere die durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe beförderte weitere Intensivierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung (siehe Kapitel 5.3) trägt zur Entstehung vieler der beschriebenen Umweltprobleme der Landwirtschaft bei, so dass zukünftig vorwiegend der Einsatz von Abfall-Biomasse zu befürworten ist. Positive Wechselwirkungen zwischen Klimaschutz und dem Schutz weiterer Naturgüter ergeben sich im Allgemeinen durch die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Produktionsprozess (Effizienzsteigerung) und der Senkenwirkung der Landwirtschaft. Allerdings können diese Maßnahmen mit

ökonomischen Belastungen für die Landwirtschaft verbunden sein. Vielfach negative Wirkungen auf die Umwelt- und Naturschutzgüter (mit Ausnahme des Klimas, wobei nicht alle Biomasse-Energielinien mit positiven Klimabilanzen verbunden sind, siehe Kapitel 5.3) gehen von der Erzeugung erneuerbarer Energien, hier besonders von der Erzeugung von Biomasse, auf landwirtschaftlichen Flächen aus. Allerdings sehen viele Landwirte in dieser Klimaschutzmaßnahme zusätzliche Einkommensquellen.

Abb. 90: Klimaschutzpotential der Landwirtschaft und deren Wechselwirkungen mit Naturschutz und landwirtschaftlicher Produktion.



Quelle: eigene Darstellung für die Sitzung der projektbegleitenden Arbeitsgruppe im Rahmen des vom BfN geförderten Projektes „Instrumente zur Stärkung von Synergien zwischen Natur- und Klimaschutz im Bereich Landbewirtschaftung“

Abschließend ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Landwirtschaft sowohl als Verursacher der Klimawandels als auch als Klimaschützer zu betrachten ist. Die genaue Erfassung, Bewertung und Reglementierung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen ist aufgrund der Vielzahl kleiner Emissionsquellen, der diffusen Treibhausgasentstehung und der Beeinflussung durch natürliche Standortbedingungen (z.B. Sonneneinstrahlung, Aktivität des Bodenlebens) nicht möglich. Dennoch ist die Landwirtschaft aufgrund ihrer Bedeutung als „Mit-Verursacher der Klimawandels“ zukünftig verstärkt in „Anstrengungen zur Emissionsminderung“ einzubeziehen (Goedecke, M. 2008, S. 25). Eine Vielzahl von Ansätzen hierzu ist bisher vorgeschlagen worden und bedarf weiterer Untersuchungen oder Diskussionen.

6.4 Landschaftsbild

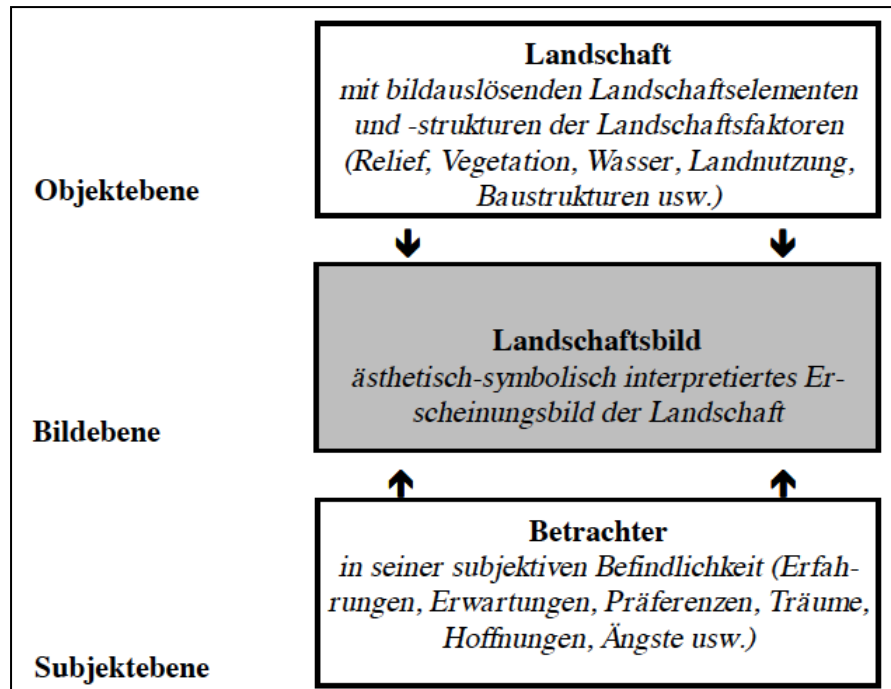
Der SRU hat 1985 dem Thema Landschaftsbild kein eigenständiges Kapitel gewidmet, sondern die Thematik im Kapitel „Auswirkungen der modernen Landbewirtschaftung auf

den Naturhaushalt, die Lebensräume und das Landschaftsbild“ behandelt, wobei der Fokus auf der Arten- und Biotopgefährdung lag. Da in der öffentlichen Diskussion – besonders auch im Zusammenhang mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien – der Beeinflussung des Landschaftsbildes eine zunehmende Bedeutung zukommt, werden die Wirkungen der Landwirtschaft auf das Landschaftsbild im Folgenden eingehender betrachtet, als dies noch 1985 der Fall war.

6.4.1 Begriffsbestimmung

Die Bestimmung des Begriffs des Landschaftsbildes ist schwierig, wenn nicht unmöglich, denn „schon für das normale, alltägliche Denken ist (...) Landschaft kein einfacher Gegenstand“ (Trepl, L. 2012, S. 25). Das Landschaftsbild wird als Zusammenspiel aller „mit den menschlichen Sinnen wahrnehmbaren Bestandteile und Eindrücke einer Landschaft“ angesehen (Gerhards, I. 2003, S. 9). Dabei „entsteht (das Landschaftsbild) erst durch die menschliche Wahrnehmung“ und die „Wahrnehmung von Natur und Landschaft ist immer subjektiv, da ein wahrnehmendes Subjekt vorhanden sein muss“ (Köhler, B. & Preiß, A. 2000, S. 5 u. 6f.). Das Landschaftsbild entsteht aber nicht durch die Wahrnehmung alleine, „vielmehr sind daran immer auch verstandes- und gefühlsmäßige Prozesse geknüpft, die durch Wünsche, Emotionen, Erwartungen, Hoffnungen, Erinnerungen, (Vor-)Erfahrungen, (Nicht-)Wissen, Gewohnheiten und Bedürfnisse des wahrnehmenden und wertenden Menschen gesteuert werden“ (Gerhards, I. 2003, S. 10).

Abb. 91: Der Zusammenhang von Landschaft, Betrachter und Landschaftsbild



Quelle: Nohl, W. o.J., S.5

Das Bundesnaturschutzgesetz fordert in §1 Absatz 1 „Natur und Landschaft (...) so zu schützen, dass (...) die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft (Ziffer 3) auf Dauer gesichert sind“ (BNatSchG 2009). Im Gesetz erscheint also der Begriff Landschaftsbild nicht, sondern wird mit den Kriterien „Vielfalt, Eigenart

und Schönheit von Natur und Landschaft“ umschrieben. Diese bewirken aber für die Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes im Vergleich mit den anderen Umwelt- und Naturschutzgütern „die größten Schwierigkeiten“ (Gerhards, I. 2003, S. 1), da insbesondere die Bewertung von Schönheit stark subjektiv, d.h. auch durch ästhetische und moralische Urteile beeinflusst ist (Trepl, L. 2012). Nach Ratzbor drückt sich jedoch Schönheit als Ergebnis von „Vielfalt und Eigenart des Naturraumes aus“, so dass sie „eher nicht als Einzelkriterium betrachtet“ wird (Ratzbor, G. 2011, S. 5). Demnach sind für die Beschreibung und Bewertung von Eigenart und Vielfalt vorrangig Kriterien und Indikatoren auszuwählen, die sich in erster Linie auf „naturbezogene und kulturelle sowie kulturhistorische Eigenschaften der Landschaft“ beziehen (Ratzbor, G. 2011, S. 5).

Für die Bewertung von Landschaftsbildern wurde eine Vielzahl von Verfahren entwickelt, die unterschieden werden können in subjekt- und objektbezogene sowie in ökologische, kulturgeschichtliche und ästhetisch-gestalterische Ansätze. Dabei stellt sich bei Bewertungsverfahren die Problematik, dass Landschaftsbilder in Abhängigkeit situationsbedingter Einflussfaktoren (z.B. jahreszeitlichen Veränderungen) und personenbezogener Einflüsse (persönliche Interessen, Bedürfnisse, Prägungen, Werte), die wiederum zeitlich variieren können, jeweils anders bewertet werden. Allerdings werden Landschaften von vielen Menschen in durchaus ähnlicher Weise wahrgenommen und bewertet, dabei scheinen vor allem die „landschaftsästhetischen Bedürfnisse“ ähnlich geprägt zu sein (Gerhards, I. 2003, S. 11f.). So wird die Vielfalt einer Landschaft im Allgemeinen umso höher bewertet, „je mehr (visuell) deutlich unterscheidbare Elemente“ sie enthält (Nohl, W. o.J., S. 9). Die Eigenart einer Landschaft wird von typischerweise in dieser Landschaft vorkommenden Strukturen geprägt. Deren Entfernung, oder auch die Etablierung neuer untypischer Strukturen werden negativ bewertet (Nohl, W. o.J., S. 9).

Exkurs: Kurzer Essay über Wertschätzung von Landschaft

(Haber, W. unveröffentlicht)

Die persönliche und gesellschaftliche Wertschätzung von Landschaft, sei es als Bild oder als reale Umwelt, hat mehrere Wurzeln. Eine davon ist die im 15. Jahrhundert aufgekommene europäische Landschaftsmalerei. Ihr Gegenstand war der außerstädtische, durch bäuerliche Nutzung geprägte „ländliche Raum“ mit Feldern, Weiden, Wiesen, kleinen Waldstücken, Obsthainen, Bauernhöfen und Teichen, durchsetzt mit Hecken, Alleen, Rainen oder Gräben in einer räumlichen Konfiguration, die oft ästhetische Empfindungen bewirkte und die Maler inspirierte. In hügeligen oder bergigen Gebieten trugen auch Reliefformen dazu bei. Häufig haben Maler diese verschiedenen Bestandteile des „Ländlichen“ in den Gemälden zu einer künstlerischen Komposition zusammengefügt, um die ästhetisch-harmonische Wirkung zu steigern. Daraus entstand das Bild der Landschaft, das sich in den Köpfen städtischer Betrachter einprägte, aber den Bauern als seinen eigentlichen Hervorbringern und Bewirtschaftern bis heute wenig zugänglich ist.

Die zweite Wurzel liegt in der Gartenkultur. Gärten dienten seit jeher nicht nur dem Anbau von Gemüse, Obst und Gewürzen, sondern mit der Pflege von schön blühenden oder geformten Pflanzen auch dem Schmuck, der Zierde und Freude. Diese ästhetische Motivation bewirkte mit der Zeit eine bewusste Gartengestaltung, aus der schließlich die eigene Profession der Gartenarchitekten (mit Bevorzugung des Ziergartens) hervorging.

Bei Großgrund- oder Schlossbesitzern wurde der Garten in die Dimension des Parks erweitert, in denen im 18. Jahrhundert künstlerische Höhepunkte der Gestaltung erreicht wurden, aber dann darin auch ein grundlegender Wandel einsetzte. An die Stelle der strengen geometrischen Formen, denen das Pflanzenwachstum in den Barockgärten und -parken unterworfen war, trat eine lockere, unregelmäßigere Gestaltung, die mit größeren Rasenflächen der Struktur der englischen Schafweiden entlehnt war und „natürlicher“ wirkte. Die daraus entstehenden „englischen“ Gärten oder Parke gingen in die Dimension der Landschaft über und schufen die Landschaftsparke oder Parklandschaften. Deren Gestaltung erfasste in englischen Landgütern auch die Landwirtschaft in Form der „ornamented farm“. Damit erweiterte sich die Garten- zur Landschaftsarchitektur. Ihre Gestaltungsprinzipien wurden dann auf die nunmehr geschaffenen städtischen Freiräume und Grünanlagen als „Stadtparke“ angewendet. Die Idee der ländlichen Landschaftsgestaltung bewirkte in Deutschland zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Bewegungen einer „Landesverschönerung“, die sich aber gegen die zugleich aufkommende, rein rational auf Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität ausgerichtete „Landeskultur“ (siehe nächster Abschnitt) nicht durchsetzte. Der Begriff „Park“ als ein Ort der Erbauung und Freude an einem „natürlichen“, wenn auch zu diesem Zweck gestalteten Stück menschlicher Umwelt wurde im 19. Jahrhundert in den USA in die „freie Natur“ übertragen, woraus der „Nationalpark“ hervorging und sich international als Bezeichnung für ein Naturschutzgebiet großflächiger, „landschaftlicher“ Dimension durchsetzte.

Eine dritte Wurzel der Wertschätzung von Landschaft liegt im Heimatschutz als einer – wesentlich von der deutschen Romantik motivierten – städtischen Bewegung, die sich gegen die mit dem Übergang in die Industriegesellschaft eingeleitete Rationalisierung und Modernisierung der Landnutzung und die damit verbundenen grundsätzliche Umgestaltung der ländlichen Räume wandte. Diese zeigte sich seit Ende des 18. Jahrhunderts in der Aufteilung der Allmenden (Waldweiden) und ihrer Ersetzung durch privates Wirtschaftsgrünland, in der Bauernbefreiung, der später als Flurbereinigung bezeichneten Veränderung von Besitzstrukturen, in Meliorationen und „Kultivierungen“ von sog. Ödland, in zunehmender Verkehrserschließung und äußerte sich sozial in der „Landflucht“. Alle diese Vorgänge bewirkten zugleich eine Zurückdrängung und Beseitigung zahlreicher naturnaher Strukturelemente wie Hecken, Feldraine, Alleen, Bäche, Bauernwäldchen, Heiden, Trockenrasen oder Obsthaine und damit einen Verlust von traditioneller, heimatliche Verbundenheit stiftender Landschaftsqualität. Das Verschwinden ihrer naturnahen Bestandteile ließ aus dem Heimatschutz den Naturschutz hervorgehen, der sich zunächst bevorzugt dem Schutz seltener und schöner Pflanzen- und Tierarten sowie ihrer Lebensstätten als „Naturdenkmale“ widmete, nach und nach aber auch die umgebende Landschaft einbezog und für ihre Erhaltung – mit dem deutschen „Reichsnaturschutzgesetz“ von 1935 – auch gesetzlich zuständig wurde, aber die Landschaftsarchitektur und -gestaltung nicht einbezog.

Die Vorstellungen über Landschaft als Bild und Wirklichkeit, die aus den drei beschriebenen Wurzeln hervorgegangen sind, durchdringen und vermischen sich ständig, während die erwähnten Ursachen landschaftlicher Veränderungen bis heute anhalten und Gegenmaßnahmen immer wieder unterlaufen.

6.4.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Nachteilige Wirkungen auf das Landschaftsbild können von einer Vielzahl von Faktoren ausgehen. So führt bspw. jeder sichtbare bauliche Eingriff auch zu einer Veränderung des Landschaftsbildes, wobei deren Bewertung erst in einem weiteren Schritt erfolgt. Da sowohl die Wirkfaktoren als auch die Bewertungen der Wirkungen von Veränderungen so vielfältig sind, kann an dieser Stelle keine eingehende Darstellung des allgemeinen Gefährdungszustandes des Landschaftsbildes erfolgen.

Veränderungen des Landschaftsbildes werden in der jüngsten Vergangenheit speziell im Zusammenhang mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien diskutiert (z.B. Gerhards, I. 2003; Nohl, W.o.J.). Dabei spielt insbesondere die auffällige Sichtbarkeit von Windkraftanlagen, von neuer Netzinfrasturktur („Mastartige, hoch aufragende Bauelemente“, Bosch & Partner 2009, S.4), und auch von Freiflächenphotovoltaik in der Diskussion eine besondere Rolle. Je nach Exponiertheit und Einsehbarkeit der Anlagen (Reinhardt, G & Scheuerlen, K. 2004) werden die visuelle Wahrnehmbarkeit der Landschaft und die Erholungsfunktion eingeschränkt (Bosch & Partner 2009).

Freiflächenphotovoltaikanlagen wirken auch aufgrund von Lichtreflexen der Module und der Metallkonstruktionen als hellere Objekte in der Landschaft (Herden, C. et al. 2009). Des Weiteren kann sich auch die durch solche Anlagen bewirkte Veränderung und Beseitigung von Vegetation auf das Landschaftsbild auswirken (Reinhardt, G & Scheuerlen, K. 2004).

6.4.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Die Landwirtschaft als der größte Flächennutzer hat maßgeblichen Einfluss auf das Landschaftsbild außerhalb urbaner Räume. Die Entstehung heutiger Landschaftsbilder hängt vielfach mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Standorte in der Vergangenheit zusammen. So führte z.B. die „ökologisch degradierende landwirtschaftliche Wald- und Weidenutzung“ durch Aushagerung zur „Entstehung neuer Standorte“ und zu einem „kleinteiligen Nutzungsmuster“ der Landschaft (Haber, W. 2014, S. 54). Die Landwirtschaft wirkt sich somit in erster Linie auf das Landschaftsbild aus, in dem die heutige Nutzung andere Bildwirkungen hervorruft als noch in der Vergangenheit. So definiert bspw. auch die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt im Zusammenhang mit Wirkungen auf das Landschaftsbild die Erhaltung traditioneller, naturverträglicher Nutzungsformen als Ziel. Dabei ist anzumerken, dass traditionelle Nutzungsformen keineswegs immer naturverträglich waren, sondern vielmehr oft zu großen und schwerwiegenden Eingriffen in den Naturhaushalt führten. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Standortbedingungen und der Eingriffsweisen entstand jedoch eine große Anzahl neuer Habitate und Biotope mit oft sehr speziellen, daran angepassten Artenbeständen (Haber, W. 1985, S. 20). Die mit der Modernisierung der Landwirtschaft verbundene Aufgabe dieser traditionellen Nutzungsformen führt dazu, dass diese kleinräumigen und speziellen Standortbedingungen nicht weiter aufrecht erhalten werden können und sich somit nachteilig auf das Landschaftsbild, und ebenso auf Lebensräume und Artenvielfalt auswirken.

Die Landwirtschaft beeinflusst das Landschaftsbild demnach in erster Linie durch:

- Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft,

- Prägung durch kleinräumige, natürliche und naturnahe Biotope
- Vielgestaltigkeit durch Schlaggröße und Fruchtfolge (Deimer, C. 2005)

Heißenhuber et al. (Heißenhuber, A. et al. 2004) wählen für die Beschreibung des Landschaftsbildes folgende Indikatoren aus:

- Eigenart: Charakteristische Landschaftselemente und historische Nutzungsstrukturen
- Vielfalt: Vielfalt von Flächennutzungen, Oberflächenformen, Strukturen, Wuchshöhen und Farben
- Schönheit: Ausstattung der Landschaft mit naturnahen oder störenden Elementen

Für die Beeinflussung des Landschaftsbildes durch die Landwirtschaft werden im vorliegenden Gutachten folgende Wirkfaktoren ausgewählt:

- Brachfallende Flächen, die der Sukzession überlassen werden
- Streuobstwiesen, extensives Grünland als Beispiel traditioneller Nutzungsformen
- Landschaftselemente in Form prägender kleinräumiger, natürlicher und naturnaher Biotope
- Schlaggröße und Fruchtfolge als Indikator von Vielgestaltigkeit und Abwechslung (Schlagwort: „Vermaisung der Landschaft“).

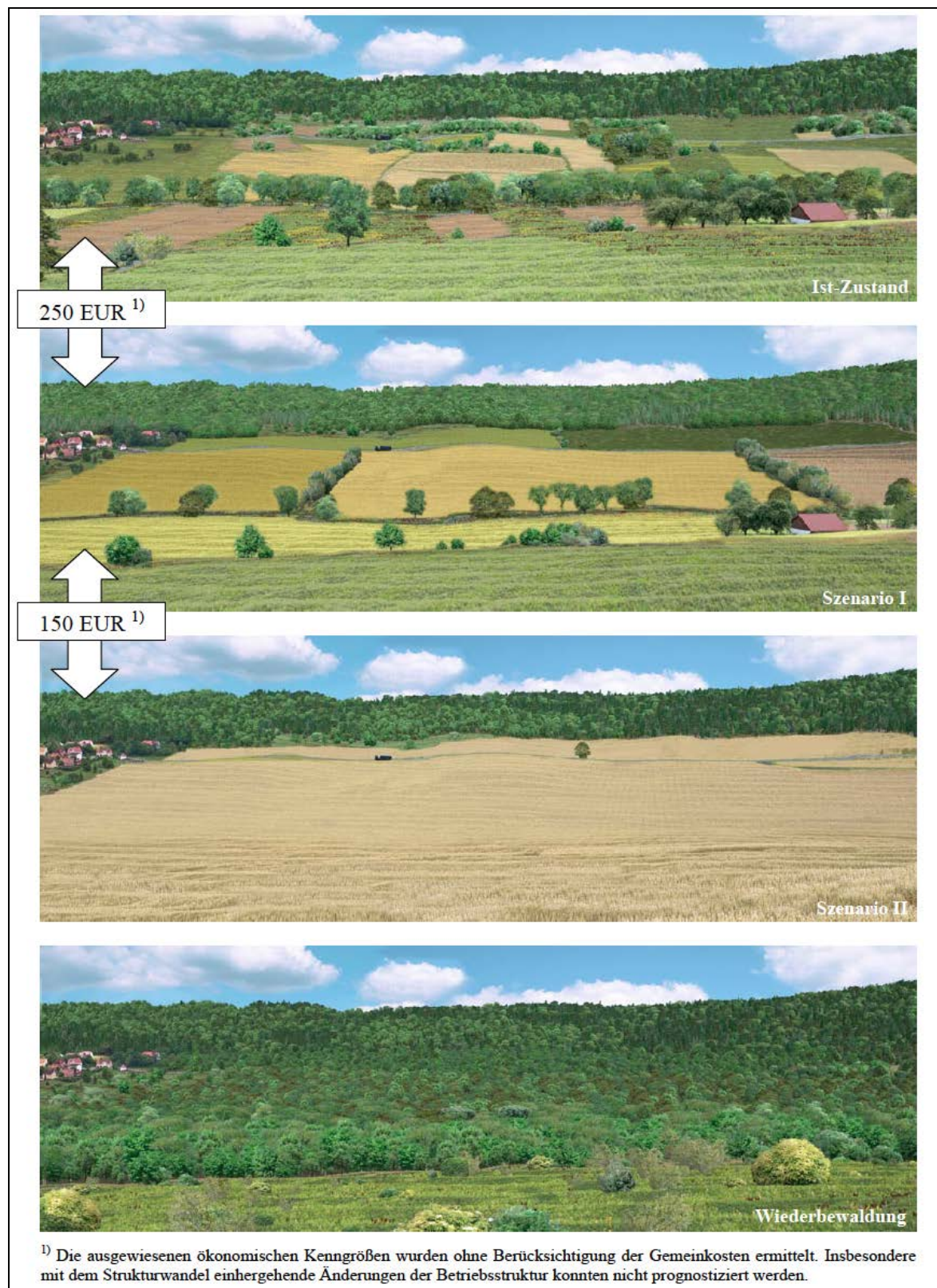
Es ist jedoch anzumerken, dass anhand dieser Indikatoren eine Erfassung und Bewertung von Natur und Landschaft, wie sie bspw. in der Landschaftsplanung vorgesehen ist, nicht möglich ist. Die Indikatoren erlauben lediglich den Landschaftsbild prägenden Anteil der landwirtschaftlichen Tätigkeit im Allgemeinen ohne einen speziellen Raumbezug zu erfassen und daraus Rückschlüsse auf deren Wirkungen auf das Landschaftsbild zu ziehen.

In Regionen mit „klimatische(n) Nachteile(n), ertragsschwache(n) Lagen, hängige(n) Flächen sowie ungünstige(n) Schlag- und Betriebsstrukturen“ ist die Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Produktion nicht gesichert. Heißenhuber et al. sprechen von „landwirtschaftlichen Rückzugsgebieten“ (Heißenhuber, A. et al. 2004). Da das Landschaftsbild ebenso wie viele Lebensräume jedoch erst durch die landwirtschaftliche Nutzung entstanden sind, ist mit dem Rückzug auch eine Veränderung des Landschaftsbildes sowie der ansässigen Flora und Fauna verbunden. Statistische Daten über brachgefallene Flächen, die der Sukzession überlassen werden, liegen nicht vor, jedoch deutet z. B. die Ausdehnung der Waldfläche (2011: 11,1 Mio. ha, Zunahme um 1 Mio. ha in den letzten 40 Jahren) an, dass die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen teilweise aufgegeben wurde. Es wird davon ausgegangen, dass 4,87 Mio. ha potentiell vom Brachfallen betroffen sein können (Verband der Landwirtschaftskammern 2010, S. 9). Die landwirtschaftliche Produktion wird auf diesen Flächen aufgrund der ungünstigen ökonomischen und sozialen Rahmenbedingungen eingestellt. Die Aufrechterhaltung der Landwirtschaft wäre mit hohen gesellschaftlichen Kosten verbunden, die von Heißenhuber et al. berechnet und visualisiert wurden (siehe Abb. 93) (Heißenhuber, A. et al. 2004). Die dargestellten Szenarien können ein zeitliches Nacheinander, aber auch ein

räumliches Nebeneinander veranschaulichen. Aus einzelbetrieblicher Sicht ist die Bewirtschaftung der kleinstrukturierten Flur mit erhöhten Arbeits- und Maschinenkosten und einem geringeren Anteil produktiver Flächen verbunden. Sofern es erwünscht ist, diese Strukturen zu erhalten, müssen die Landwirte entsprechend honoriert werden. Hierfür stehen in der sog 2. Säule der EU-Agrarpolitik Mittel zur Verfügung. Ein sehr ausgeklügeltes Programm stellt das Ökopunktemodell Niederösterreich dar. Neben der Einhaltung von Mindestanforderungen können die teilnehmenden Landwirte für jede durchgeführte Extensivierungs- oder Ökologierungsmaßnahme Ökopunkte bekommen. Als Mindestanforderung sind Landschaftselemente zu erhalten, wobei hierzu sowohl Bäume, Baumgruppen und -reihen, Hecken als auch extensiv genutzte Flächen wie Randstreifen, Böschungen, Raine und Streuobstflächen zählen (Landwirtschaftskammer Niederösterreich 2012). Durch die Nutzung neuer technischer Möglichkeiten wie GIS-Datenbanken und Luftbilder lassen sich die Erhebungs- und Kontrollkosten auf einem niedrigen Niveau halten. Hasund nennt Werte von 0,43€ pro 100 m lineare Landschaftselemente bzw. 0,28€ für punktförmige Landschaftselemente (Hasund, K.P. 2008).

Wenn die zur Erhaltung einer kleinstrukturierten Flur erforderlichen Mittel nicht zur Verfügung stehen, werden vor allem auf den ertragreichen Standorten die genannten Landschaftselemente und -strukturen beseitigt und das Landschaftsbild vereinheitlicht. Das in der aktuellen Reform der EU-Agrarpolitik geforderte sog. Greening will dies verhindern, indem alle landwirtschaftlichen Betriebe ökologische Ausgleichsfläche bereitzustellen haben (siehe Kapitel 7.6).

Abb. 92: Landschaftsszenarien der Hersbrucker Alb



Quelle: Heißenhuber, A. et al. 2004

Der viele Landschaftsbilder prägende „Streuobstanbau“ ist eine Jahrhunderte alte Form der Obsterzeugung und ein typisches Element traditioneller bäuerlicher Kulturlandschaft“ (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1995, S. 12).

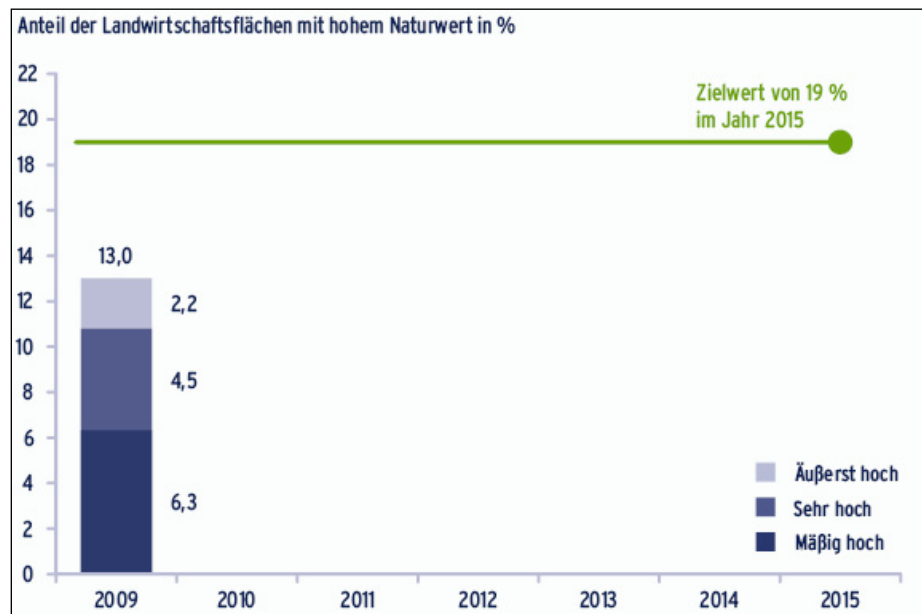
Die Streuobstflächen nehmen jedoch kontinuierlich ab. So ging beispielsweise der Bestand an Streuobstflächen in Nordrhein-Westfalen zwischen 1979 und 2009 um 74% zurück (Umweltbundesamt 2010a, S. 89) (siehe auch Kapitel 6.1).

Das Landschaftsbild wird ferner durch extensive Grünlandflächen geprägt, die durch eine hohe Artenzahl (Pflanzen- und Tierarten) und einen bunten Blütenflor gekennzeichnet sind (siehe auch Kapitel 6.1). Die Intensität der Grünlandnutzung ist jedoch in den letzten Jahrzehnten einerseits ständig gesteigert worden, wodurch der Lebensraum für an nährstoffarme Standorte angepasste Pflanzen- und Tierarten schrumpfte und auch das Landschaftsbild das Element artenreicher blühender Wiesen verlor. Andererseits geht der Anteil der Grünlandnutzung überhaupt zurück (siehe Kapitel 6.1).

Vielfalt und Eigenart einer Landschaft lassen sich vor allem anhand des Vorkommens von Landschaftselementen oder -strukturen beschreiben. Diese sind nicht nur von der Landwirtschaft geschaffen worden, sondern umfassen auch natürliche, vom Relief oder von Gewässern bedingte Erscheinungen wie z.B. Felsen, die sichtbar aus der Landschaft herausragen. Landschaften ohne solche Landschaftselemente werden als langweilig und eintönig empfunden. Eine Darstellung der Entwicklung der Ausstattung mit Landschaftselementen ist mangels statistischer Daten über einen größeren Zeitraum hinweg bisher nicht möglich. Erhebungen im Zusammenhang mit Cross Compliance zeigen, dass in den betrachteten Bundesländern der Flächenanteil dieser Landschaftselemente im Agrarland 0,3 bis 0,4 % beträgt, wobei Cross Compliance-relevante Elemente den größten Umfang einnehmen (Nitsch, H. et al. 2009).

Als Indikator, der extensive Flächennutzungen (artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergsflächen sowie Brachen) und das Vorkommen von Landschaftselementen in der Agrarlandschaft (z.B. Hecken, Raine, Feldgehölze und Kleingewässer) gemeinsam darstellt, gilt der High Nature Value- (HNV) Indikator (Oppermann, R., et al. 2012a). Er wurde erstmalig 2009 erfasst, so dass eine Entwicklung bisher nicht dargestellt werden kann. 2009 betrug der Indikatorwert 13%, er soll bis 2015 auf 19% gesteigert werden (BMU 2007, S. 50).

Abb. 93: Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturschutzwert



Quelle: BMU 2007b, S. 50

Als wichtiger Wirkfaktor zur Bewertung des Landschaftsbildes wird auch die Schlaggröße herangezogen, da mit deren Zunahme zum einen viele Randstrukturen verloren gehen, zum anderen aber auch die Möglichkeit einheitlicher Bestellung auf großen zusammenhängenden Flächen besteht (Rodriguez, C. & Wiegand, K. 2009, S. 361). Nach Haber vereinheitlichen große Ackerschläge das Landschaftsbild, führen jedoch auch zu einer geringeren Wegdichte und damit zur Abnahme der Landschaftszerschneidung (Haber, W. 2014, S. 170). Die Schlaggrößen haben in der Vergangenheit, bedingt durch Flurbereinigung, im Gebiet der früheren DDR auch durch die Kollektivierung der Landwirtschaft, ständig weiter zugenommen. Ihre Wirkungen auf das Landschaftsbild sind auch in Abb. 93 ersichtlich.

Auch die Gestaltung der Fruchtfolge wirkt sich durch Abwechslung der Kulturen auf den Feldern auf das Landschaftsbild aus. Zu beachten ist allerdings, dass erst der zeitgleiche Anbau verschiedener Kulturen nebeneinander positiv auf das Landschaftsbild wirkt. Doch die Auswahl an Kulturen, die auf landwirtschaftlichen Nutzflächen angebaut werden, hat sich immer weiter eingeeengt. Auf dem Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden nur noch neun Fruchtarten angebaut, und auch deren Sortenspektrum wird immer geringer (BMELV 2007, S. 44). Einige Nutzpflanzen werden heute fast gar nicht mehr angebaut und damit verschwinden auch typische Landschaftsbilder wie z.B. das früher durch den Flachs-anbau geprägte „blaue Allgäu“. Auch der zunehmende Anbau von Biomasse für die energetische Nutzung führt zu einer Einengung von Fruchtfolgen, da wenige Kulturen wie Mais dominieren (Peters, W. et al. 2008, S. 26; Bundesamt für Naturschutz 2012d). Der Anteil der Maisfläche hat in einigen Regionen bereits mehr als 50% der Ackerfläche erreicht (Deutsches Maiskomitee 2010 in Jessel, B. & Moorfeld, M. 2012). Sowohl Eigenart als auch Vielfalt einer Landschaft werden durch diese Entwicklungen zu Monokulturen negativ beeinflusst (Bundesamt für Naturschutz 2012d, S. 104).

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung

„Die Landwirtschaft ist Hauptverursacher des Erscheinungsbildes und der Biotop- und Artenausstattung der mitteleuropäischen Kulturlandschaften“ (van Elsen, T. 2001). Die aktuellen Entwicklungen der Landwirtschaft deuten daraufhin, dass es auf Gunststandorten zu weiteren Intensivierungen der Produktion kommt, die mit der Beseitigung von Landschaftselementen und der Einengung von Fruchtfolgen verbunden sind. In diesen Regionen herrscht ein „landwirtschaftlicher Einheitsstandort mit hohem Nährstoffgehalt und mittlerer Feuchte“ vor (Hampicke 1979 in Haber 2014, S. 199). Auf Rückzugsstandorten der Landwirtschaft werden hingegen extensive Nutzungsformen aufgegeben und die Flächen der natürlichen Sukzession überlassen. Hier wird sich dann wahrscheinlich eine „potenziell(en), natürliche(n) Vegetation (...) einstellen“ (Heißenhuber, A. et al. 2004). Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt sieht aber vor, insbesondere extensive, traditionelle Nutzungsformen und das damit einhergehende Landschaftsbild zu erhalten, ohne aber dafür in der Praxis geeignete Wege und Methoden aufzuzeigen. Denkbar wäre es, die Direktzahlungen der Landwirtschaft an Kriterien zu knüpfen, die einen Beitrag zur Agrobiodiversität leisten, dies könnte die Schlaggröße in Verbindung mit Strukturelementen sein. Ein Konzept hierfür wurde mit der „Differenzierten Boden bzw. Landnutzung“ (DLN) schon 1971 von Haber entwickelt (Hampicke, U. 2013; siehe Kapitel 7.6). Einen in der Praxis realisierten Ansatz in dieser Richtung stellt das Ökopunktemodell Niederösterreich dar.

Das durch die Landbewirtschaftung geprägte Landschaftsbild wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst. So wirken bspw. die Agrarpolitik, die Marktentwicklungen, die rechtlichen Vorgaben, aber auch Traditionen, Demographie und der technische Fortschritt auf die Art und Weise der Landbewirtschaftung und damit auf das Landschaftsbild als ihr Koppelprodukt ein (Heißenhuber, A. et al. 2010). Die Entwicklung dieser Faktoren ist vielfach schwer abschätzbar, und so zeigen z.B. die steigende Nachfrage nach agrarischen Produkten sowie die agrarpolitischen Rahmenbedingungen der GAP-Reform von 2003, dass auch wieder Flächen in Bewirtschaftung genommen werden, die bisher als Grenzertragsstandorte der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung galten bzw. die neu mit Prämienansprüchen ausgestattet wurden (Lefebvre, M. et al. 2012). Des Weiteren beeinflusst auch die Gestaltung von Maßnahmen der 2. Säule das Landschaftsbild, darunter Maßnahmen im Rahmen der Integrierten ländlichen Entwicklung (ILE), von LEADER oder Agrarumweltmaßnahmen - wie z.B. die Förderung der Anlage von Blühflächen in Ackerbaugebieten, wie sie in 11 Bundesländern angeboten wird (Thomas, F. et al. 2009).

Abschließend ist jedoch festzuhalten, dass das Landschaftsbild in Abhängigkeit der regionalen Situation sehr unterschiedlich gestaltet ist. Es ergibt sich dabei weniger aus der Betrachtung einzelner Wirkfaktoren als aus deren Zusammenspiel. Dabei sind auch nicht nur die landwirtschaftlichen Wirkfaktoren, sondern die Ausprägung aller in einem Landschaftsausschnitt wirkenden Faktoren maßgebend. Darauf wird in der Europäischen Landschaftskonvention des Europarates näher eingegangen, die aber von Deutschland nicht ratifiziert wurde (Bruns, D., 2006). Die Wahrnehmung und Bewertung insbesondere des Kriteriums der Schönheit eines Landschaftsbildes ist jedoch stark vom betrachtenden Subjekt abhängig und kann sich im Zeitverlauf auch ändern. So ist nicht auszuschließen, dass Landschaftsbildveränderungen, deren Ergebnis heute vielfach negativ bewertet wird, von anderen Personen bzw. in einigen Jahren auch positive Urteile erhalten, da die

„zeitgemäße Interpretation der naturraumtypischen Eigenart“ sich ändert (Köhler, B. & Preiß, A. 2000, S. 47).

6.5 Luft

6.5.1 Begriffsbestimmungen

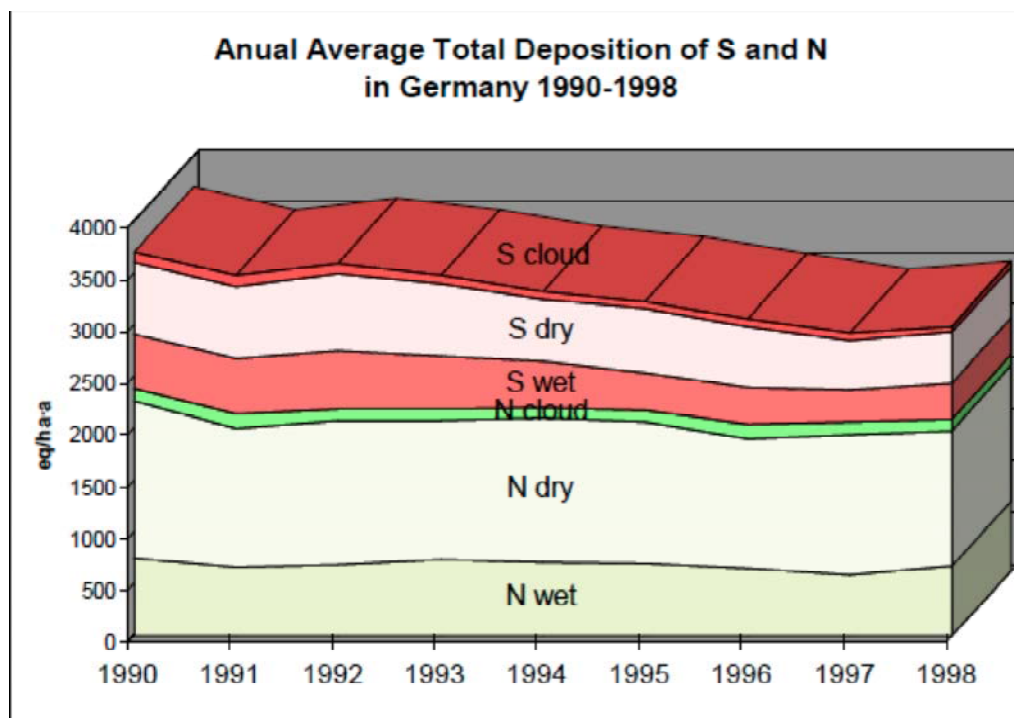
Als Luft wird „die chemische Substanz der Atmosphäre“ bezeichnet. Luft ist ein Gemisch aus Gasen „mit darin suspendierten Teilchen (Möller. D. 2003, S.2). Sie besteht in erster Linie aus Stickstoff (78,8 % Volumenanteil) und Sauerstoff (20,95 % Volumenanteil). Des Weiteren enthält Luft Edelgase (0,93 % Volumenanteil), Kohlendioxid (0,037 % Volumenanteil) und Wasserstoff (0,00005 % Volumenanteil). Daneben enthält die Luft Wasser in festem, flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustand in wechselnden Anteilen (Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg o.J. c).

Der Luftsauerstoff wird von allen aeroben Organismen für den Stoffwechsel benötigt. Kohlendioxid benötigen Pflanzen für die Photosynthese. Einige Pflanzenfamilien (z. B. Leguminosen) können außerdem mit Hilfe von Bakterien oder Mykorrhiza-Pilzen den Luftstickstoff fixieren und damit pflanzlich verfügbar machen .

Belastungen der Luft entstehen durch zu hohe Konzentrationen einzelner Gase oder Aerosole. Zu den Luftschadstoffen zählen Ammoniak, Benzol, Blei, Feinstaub, Kohlenmonoxid, Ozon, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, flüchtige organische Kohlenwasserstoffe, Feinstaub und Ruß (Umweltbundesamt 2011g). Sie können sich negativ auf Menschen, Tiere, Pflanzen, auf die abiotischen Schutzgüter Boden, Klima, Wasser sowie auf die Nahrungsmittelqualität auswirken (siehe weiter unten).

Luftschadstoffe können vom Ort ihrer Entstehung über weite Strecken hin transportiert werden und durch ihren Eintrag aus der Luft unmittelbar schädlich wirken. Verbleiben Luftschadstoffe nicht in der Atmosphäre, sondern werden abgelagert, wird dies als Deposition bezeichnet (Gauger, T. et al. 2000, S. 1). Dabei wird zwischen trockener Deposition (Ablagerung von Gasen und Partikeln an Pflanzen und Oberflächen), nasser Deposition (Eintrag durch Regen oder Schnee) und feuchter Deposition (Eintrag durch Nebel) unterschieden. Die Depositionen werden durch verschiedene Messsysteme deutschlandweit erfasst bzw. berechnet.

Abb. 94: Gesamtdeposition von S und N 1990-1998



Quelle: Gauger, T. et al. (o.J.)

Aus Abb. 95 ist ersichtlich, dass die nasse Deposition für ca. 1/3, die trockene Deposition für 2/3 der Einträge von Luftschadstoffen verantwortlich ist (Umweltbundesamt 2011b, S. 28, Abschnitt 4). Die Abbildung zeigt außerdem, dass die Schwefel-Depositionen zwischen 1990 und 1998 abgenommen haben, während die Stickstoffdepositionen sich kaum verändert haben

„Critical Loads“ bezeichnen Belastungsgrenzen für Stoffeinträge und dadurch verursachte strukturelle Änderungen. Der Eintrag von Schadstoffen bis zur maximalen Höhe der Critical Loads stellt sicher, dass keine Systemschäden entstehen. (Nagel, H.-D. et al. 2004, S.9).

6.5.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Luftschadstoffe können sich direkt negativ auf Menschen, Pflanzen und Tiere auswirken (z.B. bodennahes Ozon) oder die abiotischen Schutzgüter negativ beeinflussen (z.B. durch Deposition von Schwermetallen). Die Belastungen der Luft gehen zum einen von Veränderungen der Zusammensetzung des Gasgemisches aus, beruhen aber auch auf Feststoffen in diesem Gasgemisch (Feinstaub, Ruß) und der geruchlichen Belastung der Luft. Schädwirkungen auf die biotischen und abiotischen Schutzgüter werden vor allem von Schwefel- und Stickstoffverbindungen, bodennahem Ozon, Schwermetallen, Ammoniak, Benzo(a)pyren, und Feinstaub verursacht.

Stickstoffverbindungen wirken versauernd und haben damit negative Wirkungen auf die Bodenfunktionen (siehe Kapitel 6.2). Über die Erosion von Bodenbestandteilen gelangen zudem z.B. durch Immissionen eingetragene Stickstoffverbindungen in Gewässer und sensible Lebensräume und verursachen dort eine Eutrophierung. Stickstoffverbindungen in der Luft können die Entstehung von bodennahem Ozon und Feinstäuben positiv

beeinflussen (Heintz, A. 1996, S. 67; Umweltbundesamt 2009a, S. 4), und tragen auch zu einer vermehrten Entstehung und Ausgasung von Treibhausgasen bei. Über die Beeinflussung des Bodens (siehe Kapitel 6.2), der Gewässer (siehe Kapitel 6.7) und des Klimas (siehe Kapitel 6.3) wirken sich Stickstoffverbindungen insgesamt auch negativ auf die Biodiversität aus (siehe Kapitel 6.1). Schwefeloxide tragen ebenfalls zur Versauerung bei, können außerdem phytotoxisch wirken und den pflanzlichen Stoffhaushalt stören (Baumgarten, M. et al. 2006, S. 89).

Schwefel- und Stickstoffverbindungen in der Luft können aber auch positive Wirkungen auf das landwirtschaftliche Pflanzenwachstum haben. Sie wirken als indirekte Düngung. Da insbesondere der Anteil von Schwefelverbindungen in der Luft durch Einführung der Abgasentschwefelung (Verordnung über Großfeuerungsanlagen 1983 (13. BImSchV)) stark abgenommen hat (siehe Abb. 95), wird Schwefel wieder verstärkt durch direkte Düngung ausgebracht (siehe unten).

Stickstoffoxide anthropogenen Ursprungs entstehen in erster Linie bei Verbrennungsprozessen (KFZ-Verkehr, Großfeuerungsanlagen) (Umweltbundesamt 2012e). Zwischen 1990 und 2009 hat die Emission von Stickstoffoxiden um 53,5% abgenommen (Umweltbundesamt 2012e).

Schwefeldioxid entsteht in erster Linie bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Öl) und anderer schwefelhaltiger Brennstoffe (Baumgarten, M. et al. 2006, S. 89). Der Ausstoß von Schwefeldioxid ist seit den 1990er Jahren stark rückläufig. Zwischen 1990 und 1994 hat er um 27% (Europäische Kommission o.J.) und zwischen 1990 und 2007 um 90,7% abgenommen (Umweltbundesamt 2009b, S. 45). Allerdings reduziert sich die dadurch eingetragene Säure nicht in gleichem Maße, und auch die Stickstoffoxid-Emissionen, „die zu etwa einem Drittel an der Säurebildung beteiligt sind“ wurden nur um ca. 40% reduziert, so dass die „Konzentrationen von Sulfaten und Protonen im Niederschlag einen schwächeren Abwärtstrend (Zeitraum 1985 bis 2000) mit einer Reduktion etwa um den Faktor 2, was insgesamt zu einem leichten pH-Anstieg führte“ zeigen (Baumgarten, M. et al. 2006, S. 90).

Tab. 47: Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie im Jahr 2010

Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie und Emissionen im Jahr 2010				
	SO₂	NO_x	NH₃	NM VOC
Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie für 2010, in kt/a	520	1 051 ¹⁾	550	995 ²⁾
Tatsächliche Emissionen im Jahre 2010 (Daten des UBA), in kt/a	444	1.225	552	1.041
Differenz zwischen tatsächlichen Emissionen und Emissionshöchstmengen, in kt/a	-86	174	2	46

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2013, eigene Zusammenstellung

¹⁾ Deutschland berichtet im Rahmen der jährlichen Berichterstattung an die UN-ECE und die EU NO_x-Emissionen aus der Quellkategorie 4 „Landwirtschaft“. Da die NO_x-Emissionen aus der Landwirtschaft bei der Berechnung der Nationalen Emissionshöchstmenge (NEC) für das Jahr 2010 nicht berücksichtigt wurden, wurden diese Emissionen in dieser Tabelle heraus gerechnet.

²⁾ Deutschland berichtet im Rahmen der jährlichen Berichterstattung an die UN-ECE und die EU NMVOC-Emissionen aus der Quellkategorie 202 „Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke“. Da die NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie bei der Berechnung der Nationalen Emissionshöchstmenge (NEC) für das Jahr 2010 nicht berücksichtigt wurden, wurden diese Emissionen in dieser Tabelle heraus gerechnet.

Quelle: Umweltbundesamt 2014

Tab. 47 zeigt, dass die Zielsetzungen nach dem UNECE Multikomponenten-Protokoll und der EU NEC-Richtlinie nur für Schwefeldioxide erreicht werden. Die Reduktion der Emission von Stickstoffverbindungen verfehlt die bis 2010 definierten Ziele.

Bodennahes Ozon entsteht durch photochemische Reaktionen bei starker Sonneneinstrahlung aus Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (Umweltbundesamt 2005, S.3). Bodennahes Ozon wirkt als Reizgas auf Menschen, Tiere und Pflanzen, kann Zellmembranen schädigen und zu Entzündungen führen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen o.J.; Umweltbundesamt 2005, S.11). Bei Pflanzen kann bodennahes Ozon Blattschäden verursachen und dadurch im landwirtschaftlichen Bereich auch zu Ertragseinbußen führen (Umweltbundesamt, 2005, S.14). An Bäumen und in Wäldern kann bodennahes Ozon langfristige Schäden verursachen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen o.J.). Auf Basis der Richtlinie 2008/50/EG wurden in der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) Werte für die Beurteilung der bodennahen Ozon-Belastung festgelegt (siehe Tab. 48).

Tab. 48: Beurteilungswerte für Ozon (O₃) nach der 39. BImSchV

Beurteilungswert	Mittelungszeitraum	Wert	Bemerkungen
Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	120 $\leftrightarrow$ g/m ³	bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr, gemittelt über 3 Jahre(1)
langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	120 $\leftrightarrow$ g/m ³	
Zielwert zum Schutz der Vegetation	AOT40, berechnet aus 1-Std-Werten von Mai bis Juli(2)	18.000 $\leftrightarrow$ g/m ³ h	gemittelt über 5 Jahre(1)
langfristiges Ziel zum Schutz der Vegetation	AOT40, berechnet aus 1-Std-Werten von Mai bis Juli(2)	6.000 $\leftrightarrow$ g/m ³ h	
Informationsschwelle	1-Stunden-Mittelwert	180 $\leftrightarrow$ g/m ³	
Alarmschwelle	1-Stunden-Mittelwert	240 $\leftrightarrow$ g/m ³	

(1) Das Jahr 2010 ist das erste Jahr, das zur Berechnung herangezogen wird

(2) AOT 40 = die Überschreitungen des Werte von 40 ppb (= 80 $\leftrightarrow$ g/m³) werden aufsummiert

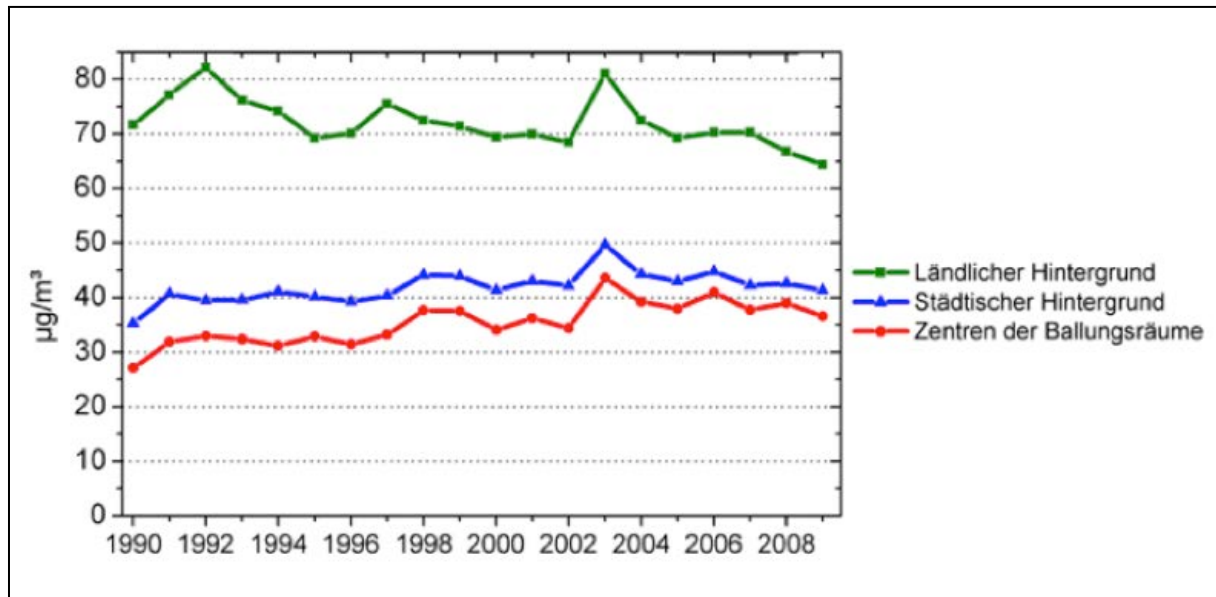
Quelle: Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg o.J.a

In Deutschland sind die Spitzenwerte der bodennahen Ozonbelastung seit 1990 rückläufig. Allerdings nehmen die durchschnittlichen Tages- und Jahreswerte zu (Umweltbundesamt 2011c). So werden die Zielwerte – 120 μ g/m³ als 8-Stunden-

Mittelwert, der an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden darf (gemittelt über 3 Jahre) – vielerorts nicht erreicht (Umweltbundesamt 2005, S.16).

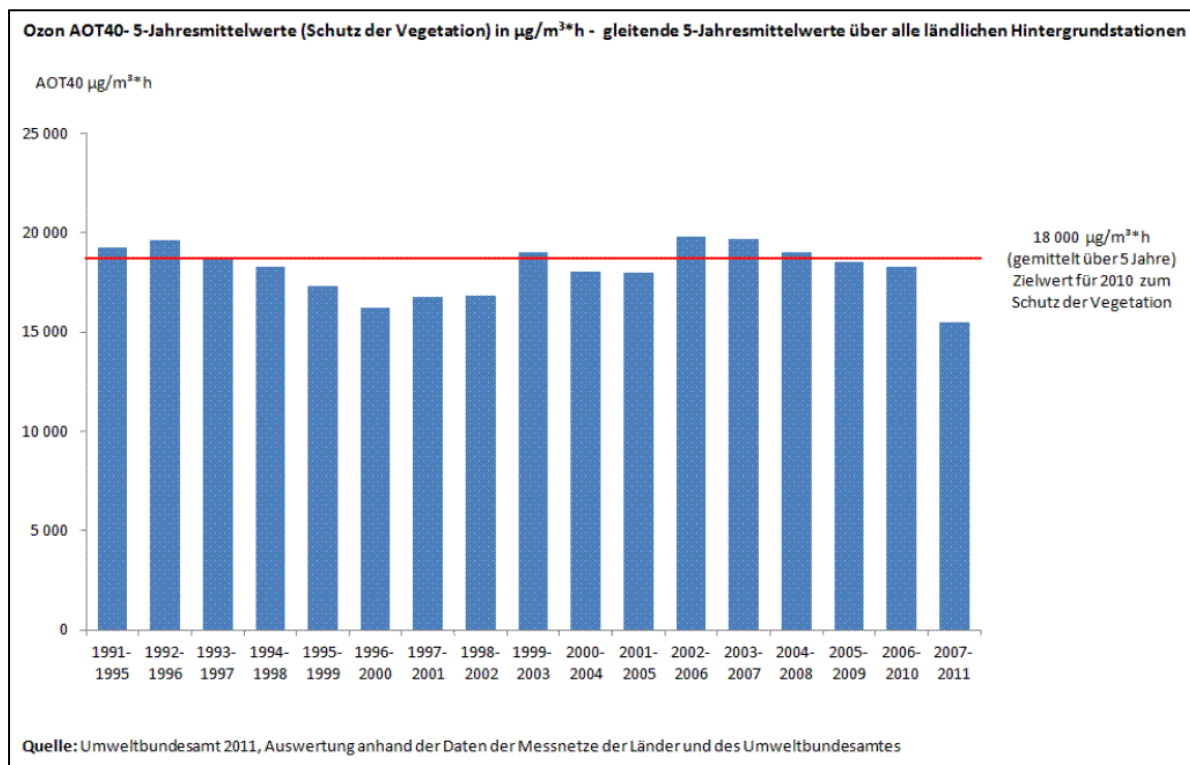
Die EU hat in der Richtlinie 2008/50/EG ab 2010 als Ziel einen AOT40-Wert von 18 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$), gemittelt über 5 Jahre, definiert. Abb. 96 zeigt, dass die Überschreitung dieses Wertes das letzte Mal in der Periode 2004-2008 stattgefunden hat.

Abb. 95: Entwicklung der Ozonkonzentration (Jahresmittel) in Baden-Württemberg 1990-2009



Quelle: Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg o.J.b

Abb. 96: Ozon AOT40 - 5- Jahresmittelwerte

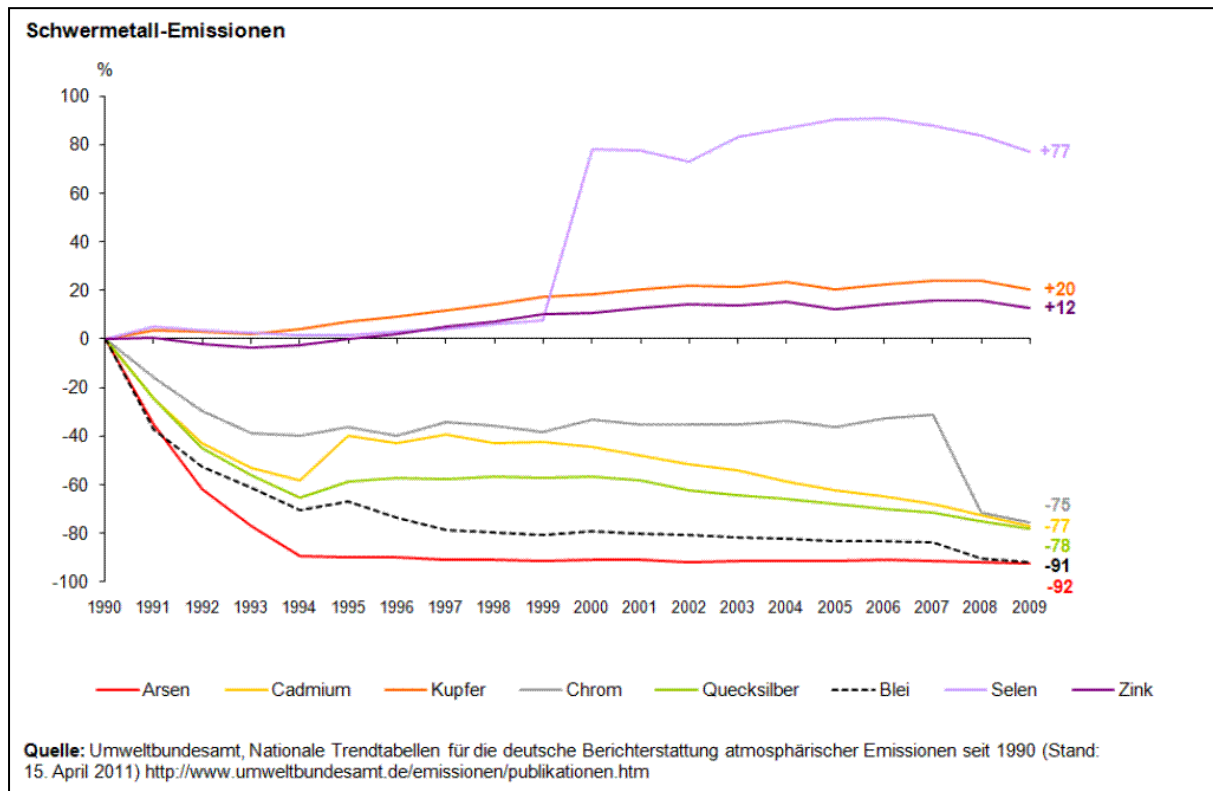


Quelle: Umweltbundesamt 2011, Auswertung anhand der Daten der Messnetze der Länder und des Umweltbundesamtes

Quelle: Umweltbundesamt 2011d

Schwermetalle gelangen über Industrieprozesse, Verkehr und auch die Landwirtschaft in die Luft (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004b, S. 6), werden von dort in die Ökosysteme und die Böden eingetragen und lösen dort negative Wirkungen auf deren Funktionen aus (siehe Kapitel 6.2). Zu diesen Schwermetallen gehören z.B. Blei, Arsen, Cadmium und Nickel. Aufgrund der Neustrukturierung der Industrie in den neuen Bundesländern, den Bestimmungen für Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV), der TA Luft und der Einführung von bleifreiem Benzin konnten die Emissionen von Blei, Arsen, Quecksilber, Cadmium und Chrom seit 1990 stark reduziert werden (siehe Abb. 98).

Abb. 97: Schwermetall-Emissionen 1990 bis 2009



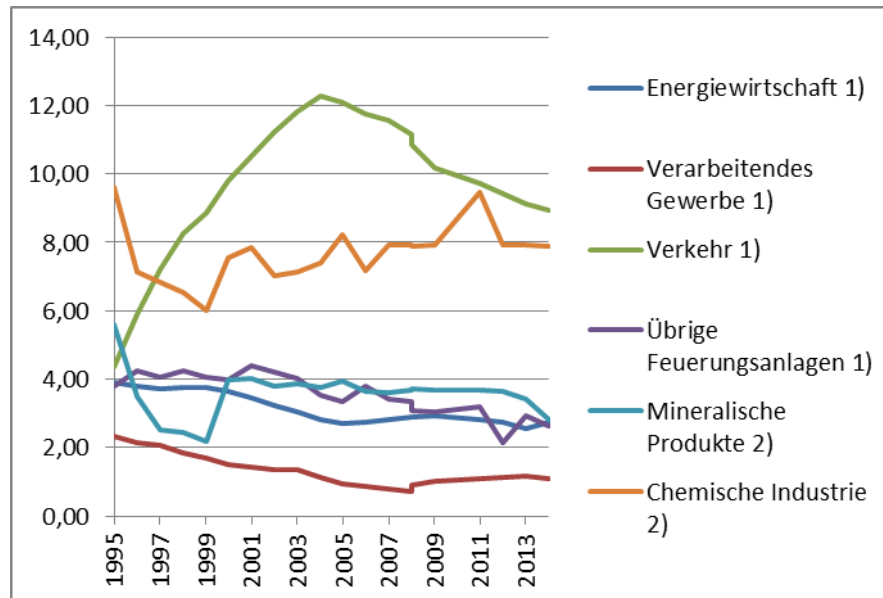
Quelle: Umweltbundesamt 2011e

Ammoniak ist ein wasserlösliches Gas, das bei Menschen Reizungen von Augen und Schleimhäuten verursachen und langfristig zu Asthma, Husten und Atemnot führen kann (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a, S. 7). Ammoniak verursacht aber auch Schäden an Pflanzen (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a, S. 4). Es wird vor allem als trockene Deposition in der Nähe des Emissionsortes abgelagert. Durch chemische Reaktionen mit dem in der Atmosphäre enthaltenen Schwefel- und Stickstoffverbindungen entstehen Ammoniumsulfat bzw. Ammoniumnitrat (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004, S. 1), die in der Luft über weite Strecken hinweg transportiert werden können und als Vorläufer von Feinstaub (PM_{2,5}) gelten. Durch nasse Deposition gelangen sie in den Boden oder Oberflächengewässer und können dort zu Versauerung und Eutrophierung beitragen.

Ammoniak entsteht im wesentlichen im Bereich der Landwirtschaft (siehe Kapitel Klima). Kleinere Emissionsmengen entstammen der Verbrennung fossiler Rohstoffe und Industrieprozessen (siehe Abb. 99), wobei der Verkehrssektor und die chemische Industrie

den größten Beitrag zu den Gesamt-Ammoniakemissionen leisten. Zwischen 1990 und 2009 hat die Emission von Ammoniak um 14,7% abgenommen (Umweltbundesamt 2012e).

Abb. 98: Entwicklung der Ammoniakemissionen ausgewählter Quellgruppen in Gg



1) Verbrennung fossiler Rohstoffe

2) Industrieprozesse

Quelle: Umweltbundesamt 2012g

Benzo(a)pyren ist ein polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff (PAK). Es lagert sich in Böden ab und kann zu Veränderungen des pH-Werts, der Kationenumtausch-Kapazität, des Ton-Humusgehalts sowie der Eisen- und Mangan-Mengen im Boden (SRU 1985, S.193) führen. Des Weiteren kann Benzo(a)pyren bei Tieren und Menschen kanzerogen wirken (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004c).

Benzo(a)pyren entsteht durch unvollständige Verbrennung organischer Materialien, hauptsächlich beim Verbrennen von Holz in Kleinf Feuerungsanlagen und im KFZ-Verkehr (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004b, S. 8). Die 39. BImSchV legt für Benzo(a)pyren ab dem 1.1.2013 den Gesamtgehalt 1 ng/m^3 fest.

Tab. 49: Zielwert für Benzo(a)pyren nach der 39. BImSchV

Beurteilungswert	Mittelungszeitraum	Wert	Bemerkungen
1-Jahres-Ziel für den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt	Kalenderjahr	1 ng/m^3	einzuhalten ab 1.1.2013

Quelle: Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (o.J. d)

Feinstaub sind Teilchen in der Luft, die nicht sofort zu Boden sinken (Umweltbundesamt 2012f). Er entsteht in erster Linie durch den Straßenverkehr, Kraft- und Heizkraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen, Gebäudeheizungen, Tierhaltung und einige

Industrieprozesse (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit o.J.; Umweltbundesamt 2012f). Daneben gibt es aber auch natürliche Feinstaubquellen wie Vulkane, Meere, Bodenerosion durch Wind, Wald- und Buschfeuer sowie bspw. Sporen, Algen, Zellteile und Ausscheidungen (Umweltbundesamt 2012f).

Die Wirkungen des Feinstaubes hängen zum einen von der Toxizität der Partikel ab (Blei, Quecksilber, u.a.), zum anderen von deren Größe (PM 2,5 lungengängiger Feinstaub, PM 10 inhalierbarer Feinstaub). Sehr kleine Partikel können über den Nasen-Rachenraum die Lunge erreichen, und von dort über die Lungenbläschen auch in den Blutkreislauf gelangen. Mögliche gesundheitliche Folgen reichen von Allergiesymptomen bis zur Verursachung von Lungenkrebs und Herz-Kreislauf-erkrankungen (Umweltbundesamt 2012f).

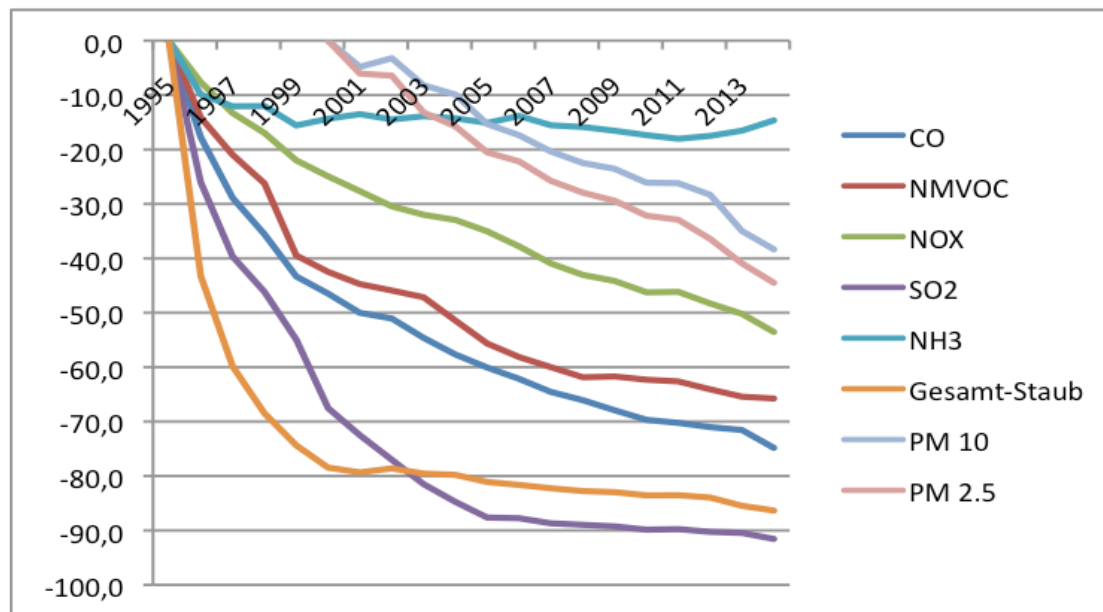
Der Höchstwert des Feinstaubgehalts der Luft wurde in Europa erstmalig durch die Richtlinie 1999/30/EG vom 22. April 1999 (Luftqualitätsrichtlinie) festgelegt und in Deutschland in der BImSchV vom 11. 09. 2002) konkretisiert. Aktuell gilt die 39. BImSchV über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 05.08.2010 (BGBl. I S. 1065), die folgende Grenzwerte für Feinstaub festlegt.

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dürfen an nicht mehr als 35 Tagen pro Jahr überschritten werden (war schon bis zum 1.1.2005 zu erreichen)
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dürfen im Jahresmittel nicht überschritten werden (war schon bis zum 1.1.2005 zu erreichen) (Umweltbundesamt 2010b).

Folgende Grafiken zeigen die Überschreitungen der Messwerte im Jahr 2011 für Deutschland.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Emissionen aller Luftschadstoffe in Bezug auf das Basisjahr 1990 reduziert wurden (siehe Abb. 100). Die Reduktionen fallen dabei unterschiedlich hoch aus. Besonders starke Reduktionen wurden für Schwefeldioxid und Gesamt-Staub erreicht, weniger stark konnten die Feinstaub-Emissionen reduziert werden.

Abb. 99: Emissionsentwicklung gegenüber dem Basisjahr 1990



Quelle: Umweltbundesamt 2012o

6.5.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Die Landwirtschaft trägt vielfach zum Ausstoß von Luftschadstoffen bei. Wesentliche Quellen landwirtschaftlich bedingter Luftschadstoffe sind die Tierhaltung, die Düngung, die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und die Bodenbearbeitung (SRU 1985). Dabei beeinflusst die Zunahme der industriellen Tierhaltung zunehmend die Entstehung von Feinstaub, Ammoniak und Geruchsbelästigungen (Umweltbundesamt 2009c, S. 21; Umweltbundesamt 2010a, S. 66). Die Landwirtschaft wird aber durch Luftschadstoffe auch maßgeblich nachteilig beeinflusst. So führen insbesondere Schwefel- und Stickstoffverbindungen sowie Ammoniak zur Versauerung von Böden und damit zu potenziellen Ertragsrückgängen. In der Regel sorgen die Landwirte jedoch durch Kalkung dafür, dass der pH-Wert der Böden im optimalen Bereich bleibt. Davon abgesehen können sie auch die Versauerung von Oberflächengewässern und Grundwasser bewirken (Umweltbundesamt 2009c, S.10/11; Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a, S. 4). Diese Gefahr hat in der Vergangenheit durch Maßnahmen zum Schutz der Luft jedoch abgenommen.

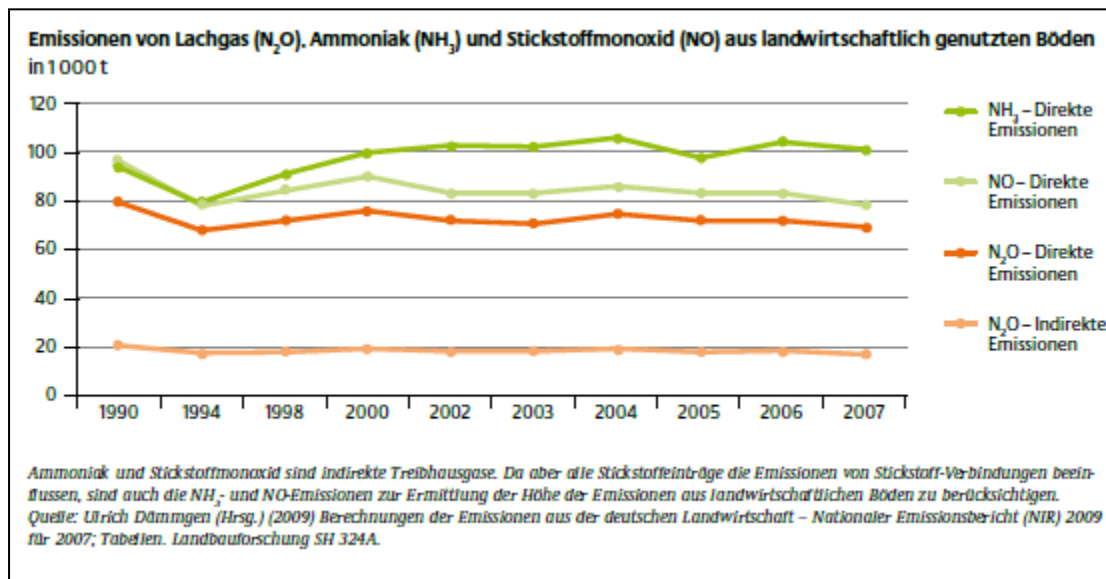
Im landwirtschaftlichen Bereich entstehen Stickstoffoxide durch mikrobielle Umsetzung organisch gebundenen Stickstoffs (Finck, A. 2007, S. 96, 99). Die Stickstoffdüngung bedingt, dass aus gedüngten Böden wesentlich mehr Stickstoffoxide freigesetzt werden als aus ungedüngten Böden (Scheffer/Schachtschabel 2010, S. 407, 409). Etwa 1/6 der Stickstoffoxidbelastung der Luft entstammt dieser landwirtschaftlichen Quelle.

Tab. 50: Emissionen stickstoffhaltiger Treibhausgase und Ammoniak aus landwirtschaftlich genutzten Böden

Schadstoff	N ₂ O		NO ₂ als NO	NO _x als NO ₂	NH ₄
Quelle	direkte Emissionen	indirekte Emissionen	direkte Emissionen	direkte Emissionen	
Einheit	Tsd.t	Tsd.t	Tsd.t	Tsd.t	Tsd.t
1990	100,6	53,1	88,6	135,8	74,2
1992	90,4	46,7	78,9	120,9	63,7
1994	84,1	43,1	70,3	107,8	60,4
1996	89,1	45,8	74,5	114,3	67,4
1998	90,1	46,3	74,4	114	69,9
2000	93,5	48,1	79,6	122	76,3
2001	91,1	46,9	75,7	116,1	80
2002	88,3	45,3	73,5	112,8	79,2
2003	86	44,1	73,2	112,2	78,1
2004	90,2	46,3	73,6	112,9	81
2005	88,6	45,3	72,4	111	74,5
2006	86,9	44,4	72	110,4	78,8
2007	84,7	43,2	67,6	103,6	76,2
2008	89,9	46,1	73	111,9	78,5
2009	85,7	44	66,5	102	88,1
2010	84,2	42,8	66,6	102,1	71,2

Quelle: Umweltbundesamt 2012j

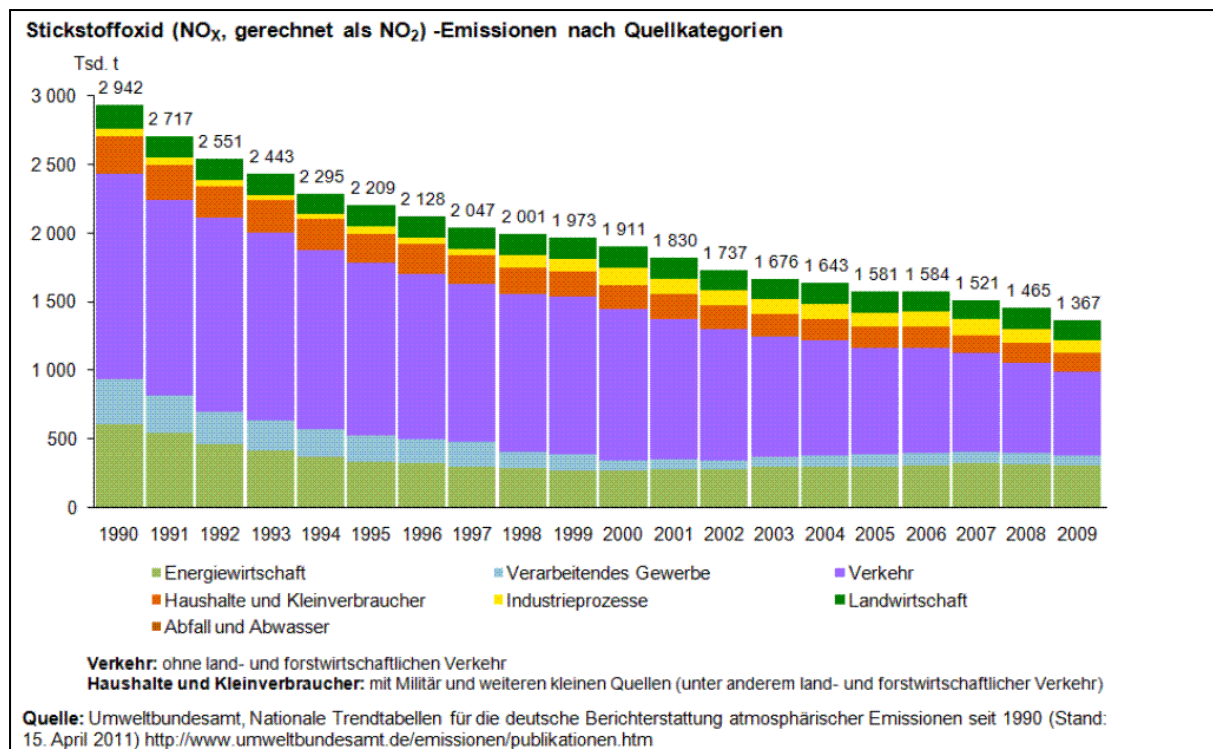
Abb. 100: Emissionen von Lachgas, Ammoniak und Stickstoffmonoxid aus landwirtschaftlich genutzten Böden



Quelle: Dämmgen, U. (Hrsg.) 2009

Abb. 113 zeigt, dass die Emissionen von Stickstoffmonoxid, Lachgas und Stickstoffdioxid zwischen 1994 und 2000 zwar leicht angestiegen sind, sich 2007 aber wieder weitgehend auf dem Niveau von 1994 eingependelt haben. Die Emissionen von Ammoniak sind seit 1994 jedoch angestiegen. Sie lagen 2011 bei 563 kt, wovon 529 kt aus der Landwirtschaft stammten (mündl. Mitteilung Appelhans, J. 2013).

Abb. 101: Stickstoffdioxid-Emissionen nach Quellkategorien

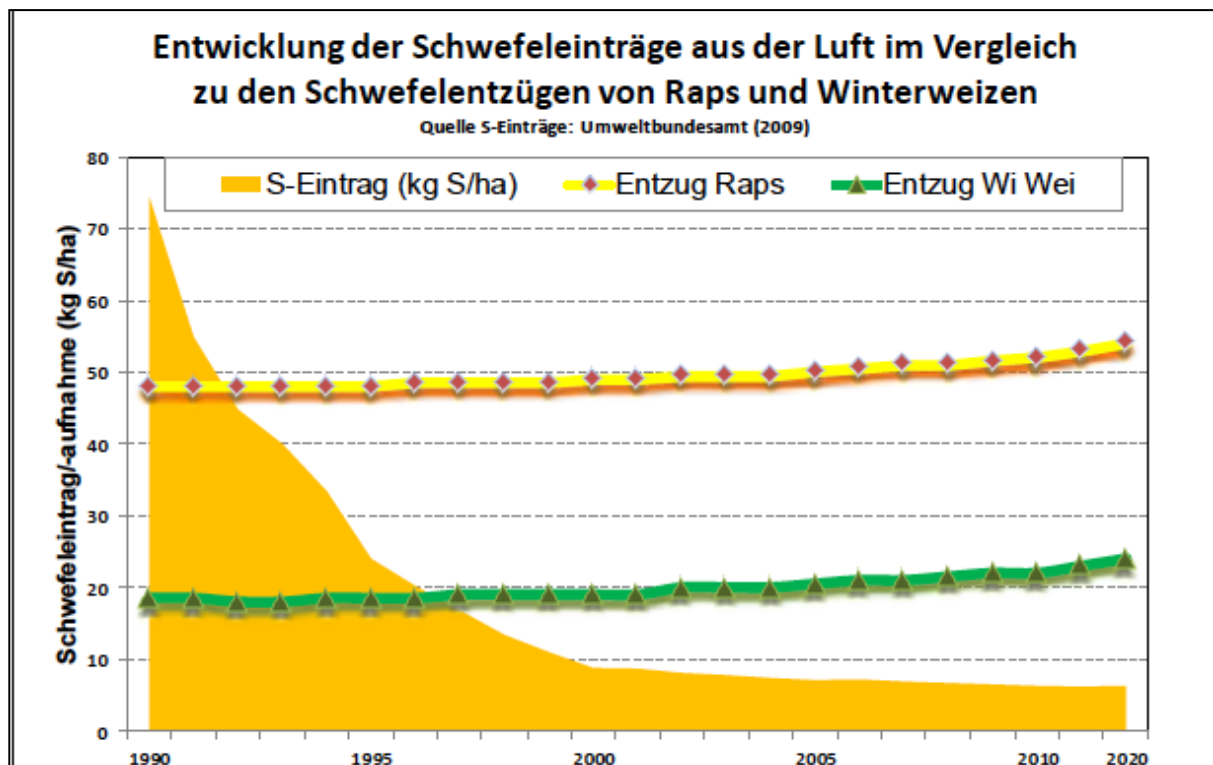


Quelle: Umweltbundesamt 2012f

Insgesamt hat sich der Ausstoß an Stickstoffoxiden seit 1990 kontinuierlich verringert, wobei der Anteil der Landwirtschaft nur geringfügig reduziert wurde (siehe Abb. 102).

Die Deposition von Schwefelverbindungen betrug in den 1980er Jahren ca. 60 kg/ha und ist seitdem auf 5-7 kg/ha gesunken (Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Roth o.J.). Mittlerweile wird Schwefel als Spurenelement wieder gedüngt.. Eine ausreichende Schwefelversorgung landwirtschaftlich genutzter Böden ist vor allem für eine optimale Ausnutzung des Düngestickstoffs erforderlich, da für die Synthese bestimmter Aminosäuren (und damit letzten Endes von Eiweiß) nicht nur Stickstoff, sondern auch Schwefel benötigt wird.

Abb. 102: Entwicklung der Schwefeleinträge aus der Luft im Vergleich zu den Schwefelentzügen von Raps und Winterweizen



Quelle: Fuchs, M. 2011

Die Vorläuferstoffe des bodennahen Ozons, vor allem Stickstoffoxide, entstehen insbesondere im Verkehrssektor (Umweltbundesamt 2009c, S. 17). Die Landwirtschaft spielt als Entstehungsquelle eine untergeordnete Rolle, trägt aber über die Freisetzung von Stickstoffmonoxid aus landwirtschaftlich genutzten Böden (siehe oben) zur bodennahen Ozonbildung bei.

Die Belastung der Luft mit Schwermetallen wird hauptsächlich von Verkehr und Industrie verursacht, aber kaum von der Landwirtschaft.

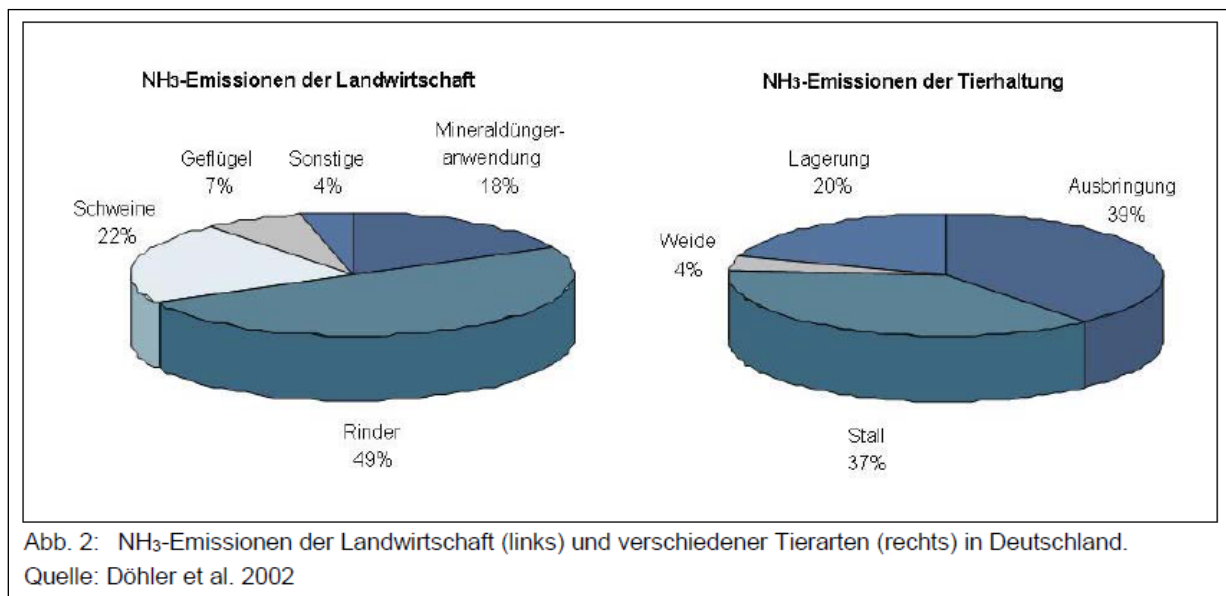
Dagegen geht die Ammoniakfreisetzung zum größten Teil (mehr als 90%) auf die Landwirtschaft zurück (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a, S. 1). Die Emissionen entstehen in Ställen, aber auch bei Lagerung und Ausbringung organischer Dünger (vor allem Gülle und Festmist) und in landwirtschaftlich genutzten Böden (SRU 1985, Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a, S. 1; Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) 2011, S. 8).

Tab. 51: NH₃-Emissionen nach Tierart

NH ₃ -Emissionen (Tonnen pro Jahr)						
	Milchkühe	andere Rinder	Schweine	Geflügel	Pferde, Schafe	Tiere insgesamt
Alte Berechnungen (BMELV-UBA-Projekt)						
1990	204.894	161.694	181.910	39.530	25.233	613.260
1995	166.187	122.918	115.760	38.650	26.006	469.521
1999	159.374	118.237	123.866	41.348	22.721	465.546
Neue Berechnungen 04/2002						
1999_opti	156.509	119.371	127.731	40.682	22.128	466.421
1999_pess	172.450	129.797	152.427	53.346	23.240	531.259
Alte Berechnungen (BMELV-UBA-Projekt)						
Ref_alt (2010max_T2000)	154.485	109.331	117.496	46.560	33.423	461.295
Neue Berechnungen 04/2002						
Ref_opti_max Jahr 2010	150.763	110.044	125.479	37.267	31.316	454.869
Ref_opti_min Jahr 2010	148.244	106.366	121.034	33.971	29.580	439.195
Ref_pess Jahr 2010	164.118	118.679	150.705	48.436	32.758	514.696

Quelle: Osterburg, B. 2002

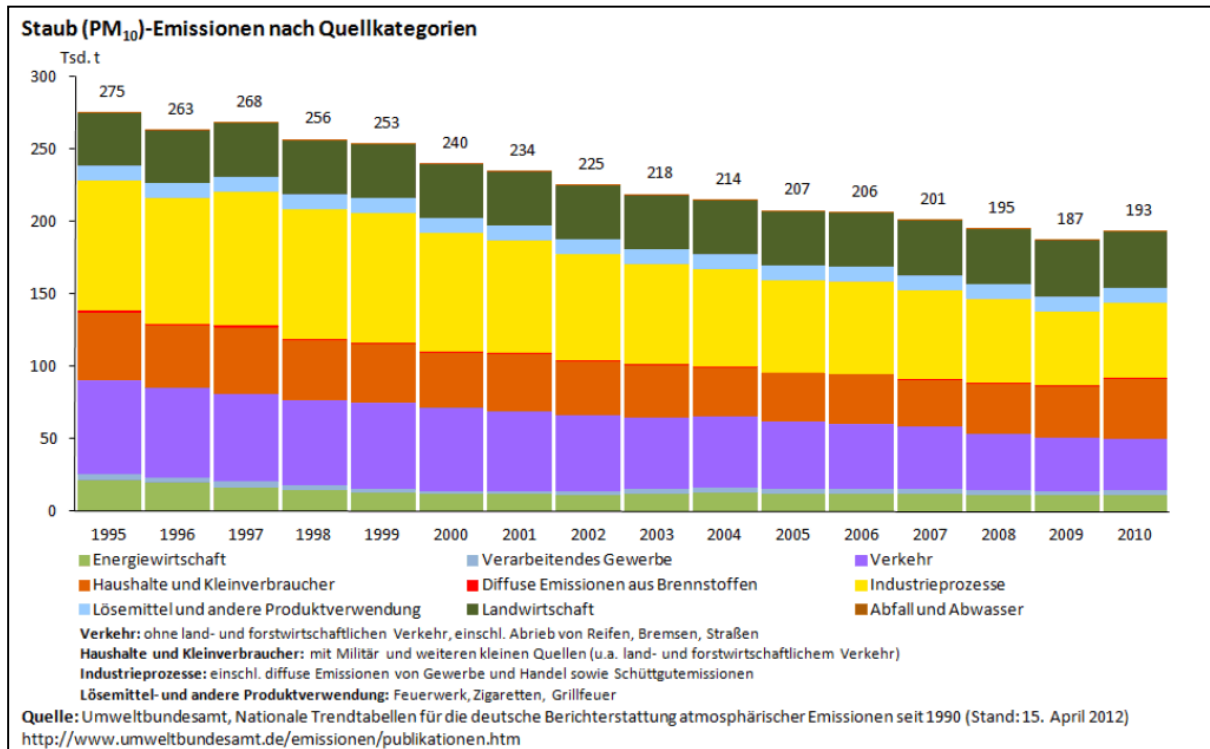
Abb. 103: NH₃-Emissionen der Landwirtschaft und verschiedener Tierarten in Deutschland



Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt 2004a

Zur Feinstaubentstehung trägt die Landwirtschaft mit ca. 10% bei. Dabei sind in erster Linie gasförmige Emissionen aus der Tierhaltung als Vorläufer der Feinstaubentstehung von Bedeutung (Umweltbundesamt 2010a, S. 66).

Abb. 104: Staub (PM₁₀)-Emissionen nach Quellkategorien



Quelle: Umweltbundesamt 2013b

6.5.4 Zusammenfassender Überblick

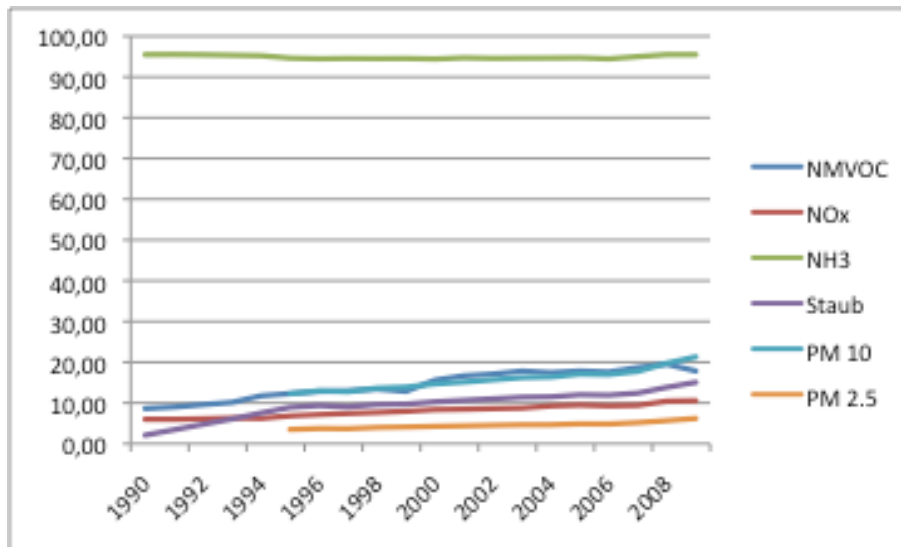
1985 fehlten „gesicherte Angaben über Emissionen aus der Landwirtschaft“ noch weitgehend (SRU 1985, S. 275). Die Situation hat sich heute wesentlich geändert und die Emissionen (auch aus der Landwirtschaft) werden in Abhängigkeit der Quellbereiche erhoben und bewertet (z.B. Döhler, H. et al. 2002).

Die Belastung der Luft mit Luftschadstoffen hat vielfältige Wirkungen:

- Versauerung und Eutrophierung der Schutzgüter Boden und Wasser, negative Wirkungen auf die Biodiversität bei übermäßiger Eutrophierung
- gesundheitliche Beeinträchtigungen von Menschen, Tieren und Pflanzen direkt durch die Luftschadstoffe bzw. indirekt über die Beeinflussung von Boden, Wasser und Klima
- Beeinflussung des Klimas aufgrund der Klimawirksamkeit vieler Luftschadstoffe (siehe Kapitel 6.3).

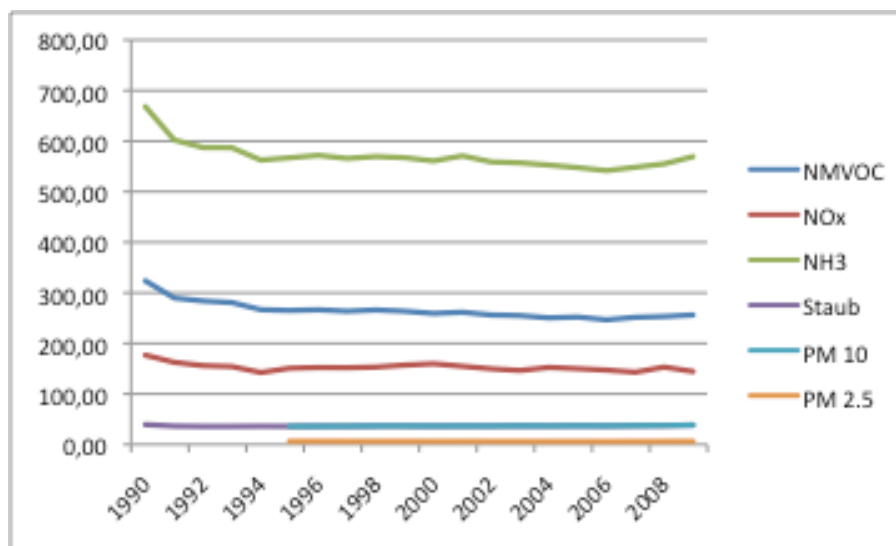
Die Landwirtschaft ist besonders für die Ammoniakemissionen verantwortlich, während andere Luftschadstoffe nur in verhältnismäßig geringem Umfang aus landwirtschaftlichen Quellen stammen (siehe Abb. 107).

Abb. 105: Entwicklung des Anteils der landwirtschaftlichen Emissionen an den Gesamtemissionen an Luftschadstoffen (in %)



Quelle: eigene Darstellung nach Umweltbundesamt 2013a

Abb. 106: Entwicklung der landwirtschaftlichen Emissionen (in Gg/Jahr)

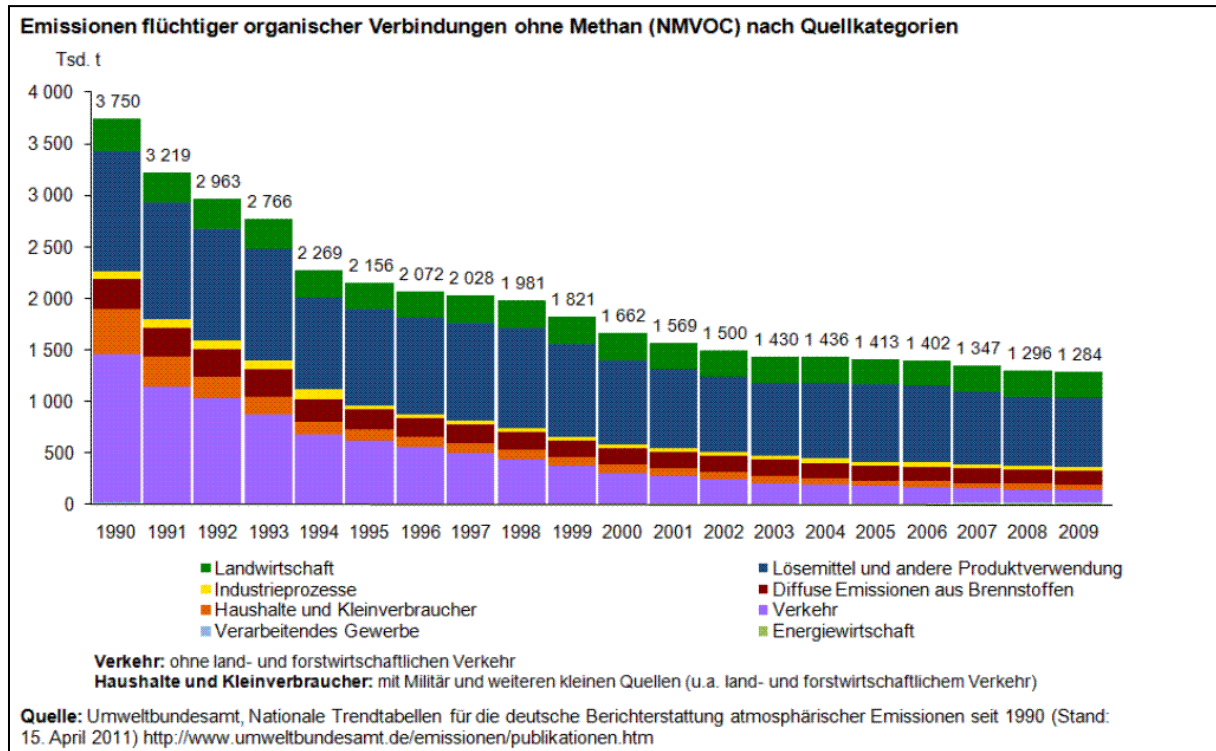


Quelle: eigene Darstellung nach Umweltbundesamt 2013a

Die Emissionen aus der Landwirtschaft haben sich seit 1990 nur geringfügig reduziert, wobei die größten Reduktionen zwischen 1990 und 1995 insbesondere bei Ammoniak, Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (ohne Methan) (NMVOC) realisiert wurden. Grund für die Minderungen war jedoch im Wesentlichen der Niedergang der Viehwirtschaft in den Neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung. Ammoniakemissionen resultieren großen teils aus der Tierhaltung und dem Düngemanagement, ein geringer Anteil entsteht im Rahmen der Bodenbewirtschaftung. Aufgrund von Maßnahmen wie der Abdeckung von Güllelagern oder der zeitnahen Einarbeitung organischer Dünger wurden Reduktionen erreicht (Flessa, H. et al. 2012, S.30). Die Stickstoffoxid-Emissionen entstehen vor allem in gedüngten Böden, so dass deren Reduktion im Zusammenhang mit der Reduzierung des Stickstoffüberschusses (BMU 2010b, S. 58) (siehe auch Kapitel 6.2) stehen dürfte. Die flüchtigen organischen

Verbindungen (ohne Methan) (NMVOC) entstehen ebenfalls vor allem in der Düngewirtschaft und wurden durch die genannten Maßnahmen reduziert.

Abb. 107: Emission flüchtiger organischer Verbindungen ohne Methan nach Quellkategorien



Quelle: Umweltbundesamt 2013c

Zusammenfassend bleibt somit festzuhalten, dass die Emission an Luftschadstoffen aus allen Quellen seit 1990 für die meisten Schadstoffe reduziert werden konnte. Der Ausstoß von Luftschadstoffen aus der Landwirtschaft hat sich jedoch nur geringfügig verringert. Es gilt zwar immer noch die Aussage des SRU von 1985, wonach landwirtschaftliche Emissionen im Vergleich zu anderen Quellbereichen geringer ausfallen; allerdings wächst die Bedeutung der Landwirtschaft als Quelle von Luftschadstoffen, insbesondere in Gebieten mit räumlich konzentrierter Intensiv-Tierhaltung. Die damit verbundenen Risiken einer bedenklichen gesundheitlichen Exposition werden seit längerem untersucht. Neuerdings kommt jedoch die Frage hinzu, ob darüber hinaus auch für die nicht-landwirtschaftliche Wohnbevölkerung in Regionen mit Intensiv-Tierhaltung Risiken bestehen.

6.6 Schadstoffe in Lebensmitteln

6.6.1 Begriffsbestimmung

Zwar ist die Beeinträchtigung von Lebensmitteln „mehr ein Schutzgut der Gesundheits- als der Umweltpolitik“ (SRU 1985, S. 297) jedoch hat der SRU 1985 unter den Umweltproblemen der Landwirtschaft auch die Lebensmittelbelastungen betrachtet, da in der öffentlichen Diskussion die zunehmende Umweltbelastungen auch in Zusammenhang mit Beeinträchtigungen der Lebensmittel gebracht wurden (SRU 1985, S. 281).

Der SRU spricht 1985 in seinem Gutachten von Nahrungsmitteln als Begriff, der sich auf tierische und pflanzliche Produkte bezieht. Das EU- und Bundesrecht nutzt den Begriff Lebensmittel, Lebensmittelrecht und Lebensmittelsicherheit u.a. und versteht darunter „alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden“ (EU-Verordnung 178/2002/EG zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, Artikel 2 Definition von Lebensmittel). Die Verordnung 178/2002/EG schließt die Berücksichtigung von Wasser jedoch aus, da „die Kontrolle der Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch bereits im Rahmen der Richtlinien 80/ 778/EWG (5) und 98/83/EG (6) des Rates erfolgt“ (Verordnung 178/2002/EG (6)). Im Folgenden wird der Begriff Lebensmittel verwendet, der mit dem vom SRU genutzten Begriff Nahrungsmittel synonym ist, da auch der SRU 1985 die Betrachtung der Trinkwasserqualität aus diesem Kapitel ausgeklammert hat.

Die in Lebensmitteln vorkommenden Fremdstoffe wurden vom SRU 1978 in drei Gruppen eingeteilt:

- Zusatzstoffe (werden Lebensmitteln zugegeben, um deren Qualität zu verbessern)
- Rückstände („Reste von Substanzen, die absichtlich mit Nahrungsmitteln oder deren Vorprodukten in Berührung gebracht wurden“, das Vorhandensein in Lebensmitteln ist jedoch nicht beabsichtigt)
- Kontaminanten („unerwünschte Stoffe, die über praktisch nicht steuerbare physikalische, chemische oder biologische Prozesse in Nahrungsmittel gelangen“, z.B. Schwermetalle aus dem natürlichen oder durch Straßenverkehr erhöhten Schwermetallgehalt des Bodens) (SRU 1978 in SRU 1985, S. 281).

Im Folgenden wird nicht das Vorhandensein von Zusatzstoffen in Lebensmitteln, sondern das Vorhandensein von Rückständen und Kontaminanten beschrieben, wie dies auch 1985 im Gutachten des SRU der Fall war.

Die Lebensmittelüberwachung wird heute maßgeblich auf Ebene der EU durch eine Reihe von Verordnungen und Richtlinien reguliert, die sich auf die Lebensmittelhygiene, das Futtermittelrecht und die Lebensmittelkennzeichnung beziehen. Im Folgenden liegt der Schwerpunkt auf den Betrachtungen der Lebensmittelhygiene. Auf Bundesebene werden die Vorgaben der EU im Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch umgesetzt, welches durch verschiedene Verordnungen und Verwaltungsvorschriften konkretisiert wird. Die Überwachung der Lebensmittelsicherheit obliegt den Bundesländern, und die entsprechenden Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen des Bundes und der Länder werden von den zuständigen Behörden in den Landkreisen und kreisfreien Städten durchgeführt (siehe auch Abb. 109).

Der Verbraucherschutz, zu dem auch die Überwachung der Lebensmittelsicherheit zählt, erfuhr nach dem BSE-Skandal 2000 eine starke Aufwertung und fand auch Eingang in den Namen des zuständigen Ministeriums (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). Dem Bundesministerium für den Bereich des

Verbraucherschutz zugeordnet ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR).

Abb. 108: Netzwerk Lebensmittelüberwachung



Quelle: BMELV 2013a. S. 21

6.6.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Immer wieder kommt es zu Überschreitungen des Lebensmittelrechtes mit teils großen Lebensmittelskandalen (siehe Tab. 52). Dabei handelte es sich jedoch nicht immer um Überschreitungen von Vorschriften der Lebensmittelhygiene oder des Futter- und Lebensmittelrechtes, sondern auch um Übertretungen der Kennzeichnungsverordnung (z.B. Pferdefleischskandal 2013).

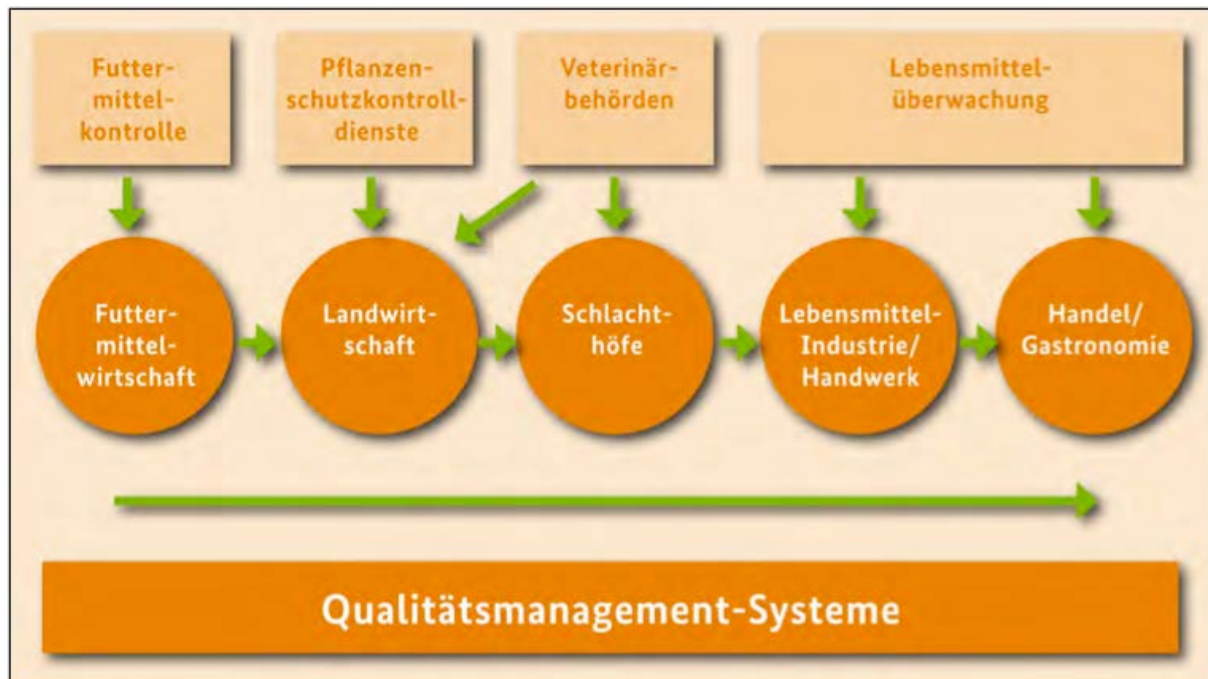
Tab. 52: Große Lebensmittelskandale

1985	In Österreich wird Wein mit Diethylenglykol (Frostschutzmittel) gepanscht
1987	Fadenwürmer in Seefischen, die Fischhygieneverordnung wird erlassen, dennoch treten 10 Jahre später wieder Fadenwürmer in Fischen auf
1993	Gammelfleisch von hygienisch mangelhaften Schlachthöfen
1997	BSE-Epidemie in Großbritannien; 2000 erster anerkannter Fall in Deutschland
2001	Shrimps aus Asien mit verbotenem Antibiotikum (Chloramphenicol) belastet
2002	Öko-Futterweizen mit Nitrofen belastet und verfüttert
2003	Dioxin-belastetes Futter gelangt in Schweinemastbetriebe
2004	Geflügel-Abfälle aus der Schweiz gelangen umdeklariert in den Handel
2006	Gammel-Eier gelangen in die Nudelherstellung und in Bäckereien
2008	Mozarella aus Italien ist mit Mäusekot und Würmern belastet
2010	Dioxin aus belasteten Industriefetten gelangt in Futtermittel, Eier und Fleisch
2011	EHEC-Erreger auf Gemüse, mehrere Hundert Menschen werden angesteckt
2013	umdeklariertes Pferdefleisch gelangt in Fertigprodukte
2013	mit Schimmelpilzen belasteter Mais gelangt ins Tierfutter

Quelle: Zusammenstellung nach Die Zeit vom 21.2.2013

Entlang der Lebensmittelkette sind eine Vielzahl von Akteuren in den Entstehungsprozess von Lebensmitteln eingebunden (siehe Abb. 110). Rückstände und Kontaminanten können auf verschiedenen Stufen dieses Entstehungsprozesses in die Lebensmittel gelangen.

Abb. 109: Überwachung entlang der Lebensmittelkette



Quelle: BMELV 2013a, S. 22

Vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit werden entlang der Lebensmittelkette folgende Rückstände und Kontaminanten untersucht:

- Pflanzenschutzmittelrückstände in oder auf Lebensmitteln
- Tierarzneimittelrückstände in oder auf Lebensmitteln
- Pharmakologisch wirksame Stoffe
- Acrylamid
- Dioxine & andere langlebige organische Verbindungen
- Radioaktivität
- Schwermetalle
- Giftige Pilze, Schimmelpilzgifte, Bakterien

Zu den Kontaminanten zählen dabei Dioxine, Radioaktivität, Schwermetalle und Pilze bzw. Pilzgifte wie Aflatoxin. Pflanzenschutzmittel, Tierarzneimittel und pharmakologisch wirksame Stoffe kommen als Rückstände vor, wobei unter pharmakologisch wirksamen Stoffen Hormone, Antibiotika, Mykotoxine, einzelne Schwermetalle und bestimmte Pflanzenschutzmittel betrachtet werden. Da die im Rahmen dieses Gutachtens relevanten pharmakologisch wirksamen Stoffe, wie in der Tierhaltung eingesetzte Antibiotika und Hormone bzw. wachstumsfördernde Mittel, Mykotoxine, Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel schon in anderen Stoffgruppen betrachtet werden, werden sie im Folgenden nicht mehr getrennt aufgeführt.

Dabei steht insbesondere die Belastung mit Acrylamid in keinem Zusammenhang mit dem landwirtschaftlichen Produktionsprozess, da dieser Stoff erst im Verarbeitungsprozess entstehen kann. Auch Dioxine werden nicht im landwirtschaftlichen Produktionsprozess erzeugt oder gezielt eingesetzt.

Dioxinbelastungen entlang der Lebensmittelkette sind vor allem auf Ebene der Futtermittelwirtschaft bekannt, wo erhöhte Dioxin-Werte in Tierfutter nachgewiesen wurden. Dioxin wird wie Radioaktivität und Schwermetalle jedoch auch durch die Luft transportiert und lagert sich als Deposition auf Pflanzen und Boden ab (BMU 2011c: S. 16). Die pflanzliche Aufnahme von Dioxin (und PCB) über den Boden wird allerdings bisher als gering eingeschätzt (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2006). Es ist jedoch festzuhalten, dass die Entstehung der Dioxin-, Schwermetall- und radioaktiven Belastung nicht im Zusammenhang mit Wirkfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion steht, diese Stoffe jedoch durch das Vorkommen in z.B. Futtermitteln, Pflanzenschutz- und Düngemitteln und Klärschlamm auch über den Einsatz landwirtschaftlicher Betriebsmittel in die Umwelt gelangen.

Die Ergebnisse der Lebensmittelüberwachung zeigen insgesamt, dass es immer wieder zu Belastungen mit Rückständen und Kontaminanten kommen kann. Es wird daher eine ausgewogene Ernährung empfohlen, um einseitig starken Belastungen einzelner Stoffe zu entgehen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013, S. 2).

6.6.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Der SRU nannte 1985 folgende „produktionsbedingte Stoffgruppen“, die aus der landwirtschaftlichen Produktion in die Lebensmittel gelangen können:

- Pflanzenschutzmittel (Pestizide und Wachstumsregler) und Düngemittel (Nitrat)
- Tierarzneimittel und Futtermittelzusatzstoffe
- Mykotoxine, Schwermetalle, Gebrauchskemikalien (SRU 1985, S. 281)

2011 wurden in Deutschland 17.157 Proben auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln untersucht. Es handelt sich dabei zum einen um Plan- und Monitoringproben (16.661 Proben) sowie um Verdachts-, Beschwerde- und Verfolgsproben (496 Proben). Bei den Plan- und Monitoringproben konnten bei 60,2% der Proben Rückstände nachgewiesen werden, bei 2,7% waren die zulässigen Rückstandshöchstgehalte überschritten. Von den Verdachts-, Beschwerde- und Verfolgsproben wiesen 49,4% Rückstände auf, wobei die Höchstgehalte bei 7,1% der Proben nicht eingehalten wurden (siehe Tab. 53) (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J.a).

Tab. 53: Gesamtübersicht über die Ergebnisse des Jahres 2011 ("surveillance sampling"-Proben)

Lebensmittelgruppen	Proben gesamt	Proben ohne Rückstände (nicht quantifizierbar)	Proben mit Rückständen	Proben mit Rückständen über dem Rückstandshöchstgehalt	Proben mit Rückständen über dem Rückstandshöchstgehalt - beanstandet-
Getreide	476	317 (66,6 %)	159 (33,5 %)	5 (1,1 %)	1 (0,2 %)
Säuglings- und Kleinkindernahrung	251	241 (96,0 %)	10 (4,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)

Verarbeitete Lebens-mittel	329	187 (56,8 %)	142 (43,2 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
Lebens-mittel tierischen Ursprungs	1.047	674 (64,4 %)	373 (35,6 %)	2 (0,2 %)	0 (0,0 %)
Obst, Gemüse und andere pflanzliche Erzeugnisse	14.558	5.206 (35,8 %)	9.352 (64,2 %)	450 (3,1 %)	267 (1,8 %)
Gesamt	16.661	6.625 (39,8 %)	10.036 (60,2 %)	457 (2,7 %)	268 (1,6 %)

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. a

Festzuhalten ist in diesem Zusammenhang, dass bei Proben aus Deutschland und anderen EU-Mitgliedsstaaten lediglich 1,4% bzw. 1,5% Überschreitungen der Rückstandshöchstgehalte festgestellt wurden; dagegen lag diese Quote bei Proben aus Drittländern bei 7,2% (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. a). Tab. 54 zeigt, bei welchen Wirkstoffen es 2011 zu Beanstandungen kam. Am häufigsten wurden Rückstände von Glyphosat gefunden und beanstandet.

Tab. 54: Wirkstoffe mit der höchsten Beanstandungsquote in Prozent im Jahr 2011

Wirkstoff	Anzahl der unter-suchten Proben	Anzahl der Proben mit Rückständen über dem Rückstands-höchstgehalt	Anzahl der Proben mit Rückständen über dem Rückstands-höchstgehalt - beanstandet-	Beanstandungs-quote in % (Zahl der beanstandeten Proben bezogen auf die Zahl der untersuchten Proben)
Glyphosat	1.112	35	31	2,79 %
Ethephon	2.724	32	23	0,84 %
Dithiocar-bamate	2.185	16	13	0,59 %
Dimethoat, Summe aus Omethoat und Dimethoat	15.347	58	40	0,26 %
Bromid (gesamt, auch aus bromhaltigen Begasungs-mitteln)	1.427	4	2	0,14 %
Carbendazim, Summe aus Benomyl und Carbendazim	14.330	31	19	0,13 %
Hexaconazol	15.287	25	17	0,11 %
Chlorpyrifos	15.190	28	13	0,09 %

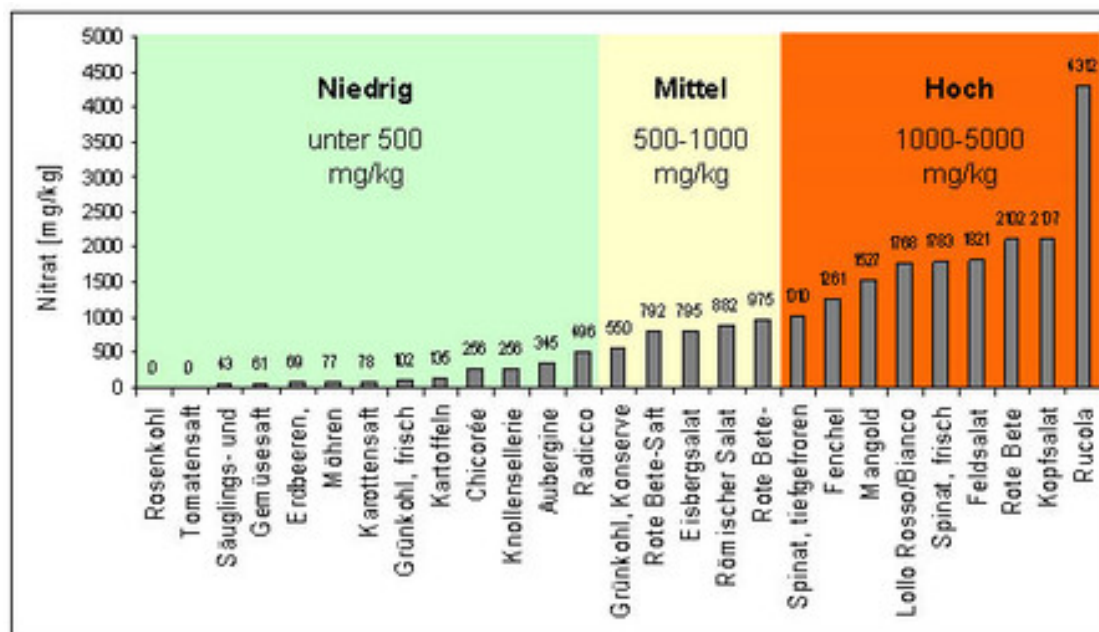
Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. a

Der SRU gab 1985 an, dass bei 3% der inländischen Verdachts- und Verfolgungsproben Höchstmengenüberschreitungen festgestellt wurden und dieser Wert bei repräsentativen

Stichproben „erheblich unter 1%“ liegt (SRU 1985, S. 288 nach Kampe 1982). Die „Zahl der Höchstmengenüberschreitungen (wurde 1985 als) bemerkenswert gering“ bezeichnet (SRU 1985, S. 287 nach Frehse 1980) und die „eigentliche Situation (...) als eher noch günstiger angesehen, da im allgemeinen nicht Plan- oder Zufallsproben untersucht (wurden), sondern es sich zumeist um Verdachts- und Verfolgungsproben handelt(e)“ (SRU 1985, S. 287). Im heutigen System der Lebensmittelüberwachung werden jedoch in erster Linie Plan- und Zufallsproben durchgeführt, was einen direkten Vergleich mit der Situation von 1985 erschwert. Die Überschreitungen und Beanstandungen (siehe Tab. 54) deuten jedoch nicht daraufhin, dass sich die Situation wesentlich verändert hat. Der SRU ging 1985 davon aus, dass die „gefundenen Rückstände (...) insgesamt gesehen unbedenklich“ sind (SRU 1985, S. 288). Diese Bewertung trifft auch auf die heutige Situation zu. So geht das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit davon aus, dass bei den gefundenen Überschreitungen der Rückstandshöchstmengen von Pflanzenschutzmitteln eine „akute Gesundheitsgefährdung für Verbraucher praktisch ausgeschlossen“ sind (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013, S. 31, 38).

Der SRU betrachtete 1985 auch die Belastung pflanzlicher Lebensmittel durch Nitrat. Die heute zulässigen Nitrathöchstmengen variieren je nach Produkt und teils auch nach der Jahreszeit. So liegt beispielsweise der zulässige Nitrathöchstgehalt für Kopfsalat für Unterglasanbau bei der Ernte vom 1. Oktober bis 31. März bei 4.500 mg/kg und für frischen Spinat bei der Ernte vom 1. April bis 30. September bei 2.500 mg/kg (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2012). Die Nitratgehalte pflanzlicher Produkte schwanken in Abhängigkeit der Düngung, der Sonneneinstrahlung, des Erntezeitpunktes und der Sortenwahl.

Abb. 110: Mittlere Nitratgehalte in den untersuchten Lebensmittelproben



Quelle: Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J.

Überhöhte (Nitrit-) Gehalte stellte das Bundesamt für Risikobewertung 2009 bei tiefgefrorenem Spinat fest (Bundesamt für Risikobewertung 2009a). Da die Folgen

erhöhter Nitrat- und Nitritaufnahmen auch heute - wie 1985 (SRU 1985, S. 289) - noch nicht abschließend geklärt sind, empfehlen die zuständigen Behörden die Minimierung der Gehalte durch produktions- und verarbeitungstechnische Maßnahmen so wie Berücksichtigung entsprechender Verzehrmaßnahmen.

Im Rahmen des Nationalen Rückstandskontrollplans (NRKP) und des Einfuhrüberwachungsplans (EÜP) werden Schlachttiere und tierische Lebensmittel auf Rückstände untersucht. Überwacht wird die Anwendung verbotener und nicht zugelassener Stoffe, die Einhaltung von Auflagen zum Einsatz von Tierarzneimitteln und die Belastung mit Kontaminanten. Im Rahmen des EÜP werden darüber hinaus „mikrobiologische Parameter, Histamin, Parasiten, Radioaktivität, Zusatzstoffe, GVO, marine Biotoxine und andere warenspezifische Parameter untersucht“ (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. b).

Für den NRKP wurden 2011 56.325 Proben untersucht und 316 (0,56%) positive Ergebnisse festgestellt. Insbesondere bei Wild (Wildschweinen aus freier Wildbahn) und Pferden wurden häufig erhöhte Schwermetallbelastungen festgestellt. Die meisten Rückstandsbefunde wurden bei Wild registriert (Belastungen von Wildschweinen aus freier Wildbahn mit Quecksilber).

Tab. 55: Entwicklung positiver Rückstandsbefunde im Rahmen des NRKP von 2009 bis 2011

Tierart / Erzeugnis	2009			2010			2011		
	Anzahl			Anzahl			Anzahl		
	Proben	Positive Befunde	in %	Proben	Positive Befunde	in %	Proben	Positive Befunde	in %
Rinder	15.080	59	0,39	14.843	82	0,55	14.651	74	0,51
Schweine	27.753	114	0,41	28.730	266	0,93	29.114	162	0,56
Schafe	550	9	1,64	600	2	0,33	566	8	1,41
Pferde	96	1	1,04	117	4	3,42	119	7	5,88
Kaninchen	23	-	-	25	-	-	36	-	-
Wild	225	32	14,22	213	27	12,68	232	45	19,40
Geflügel	7.230	3	0,04	7.948	7	0,09	8.366	6	0,07
Aquakulturen	544	8	1,44	540	14	2,59	550	2	0,36
Milch	1.883	1	0,05	1.896	1	0,05	1.837	1	0,05
Eier	806	14	1,74	785	1	0,13	673	6	0,89
Honig	158	2	1,27	186	6	3,23	181	5	2,67

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. b

Für den EÜP wurden 2011 1.386 Proben untersucht, wovon 4 (0,29%) Höchstmengenüberschreitungen aufwiesen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. c).

Zusammenfassend stellt das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit fest, dass die Belastung von Schlachttieren und Lebensmitteln tierischen Ursprungs gering ist und in den letzten Jahren teils weiter abgenommen hat

(z.B. Schweine, Aquakulturen, Honig) (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J. b). Das Bundesamt für Risikobewertung sieht bei „einmaligem oder gelegentlichem Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft mit den berichteten Rückständen kein unmittelbares gesundheitliches Risiko für den Verbraucher“ (Bundesamt für Risikobewertung 2013).

Belastungen von Lebensmitteln mit pilzlichen Giften können durch Aflatoxine, Patuline, Ochratoxine, Fusarientoxine und Mutterkorn hervorgerufen werden (SRU 2985, S. 291f.). Die Überwachungsergebnisse von 2011 zeigen keine übermäßige Belastung von Lebensmitteln mit diesen pilzlichen Giften (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013), und auch in Futtermitteln wurden nur bei 0,9% der untersuchten Proben Höchstmengenüberschreitungen für Aflatoxin (B1) festgestellt (BMELV 2013b). Auch der SRU bewertete 1985 die Belastung der Lebensmittel mit pilzlichen Giften als gering, auch wenn es „vereinzelt Anlass zu Beanstandungen“ gab (SRU 1985, S. 292).

Schwermetalle zählen zu den Kontaminanten. Sie kommen natürlicher Weise auf der Erde vor, können sich jedoch entlang der Nahrungskette anreichern und gesundheitsschädigende Wirkungen haben. Über die Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln und Klärschlamm ist auch die Landwirtschaft daran beteiligt, dass Schwermetalle in die Nahrungskette gelangen. Auf EU-Ebene sind für Blei, Cadmium und Quecksilber Höchstgehalte in Lebensmitteln festgelegt.

Tab. 56 gibt einen Überblick über Proben, die den Höchstgehalt bzw. Richtwert für Cadmium seit 1995 überschreiten. Die Cadmium-Gehalte variieren zwischen einzelnen Lebensmitteln stark. Besonders hohe Cadmiumgehalte weisen Ölssaat und Wildpilze sowie Nieren von Schaf, Rind und Schwein sowie Meeresfrüchte auf (Bundesamt für Risikobewertung 2009b, S. 32f). Aufgrund sinkender Austräge von Cadmium in die Umwelt ist auch die Belastung der Lebensmittel wie z.B. Getreide rückläufig.

Die tolerierbare wöchentliche Aufnahme pro kg Körpergewicht liegt seit 2009 bei 2,5 µg Cadmium (Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 19). Dieser Wert lag 1985 noch bei 7 µg/kg Körpergewicht (SRU 1985, S. 293). Der heutige Wert wird in Deutschland durchschnittlich zu 58% ausgeschöpft (1,5 µg/kg Körpergewicht); noch 1985 gab der SRU an, dass der damalige Wert von 7 µg/kg Körpergewicht zu weniger als 50% ausgeschöpft wurde, was einem Wert von max. 2,5 µg/kg Körpergewicht entspricht, und damit wesentlich über der heutigen Aufnahmesituation lag.

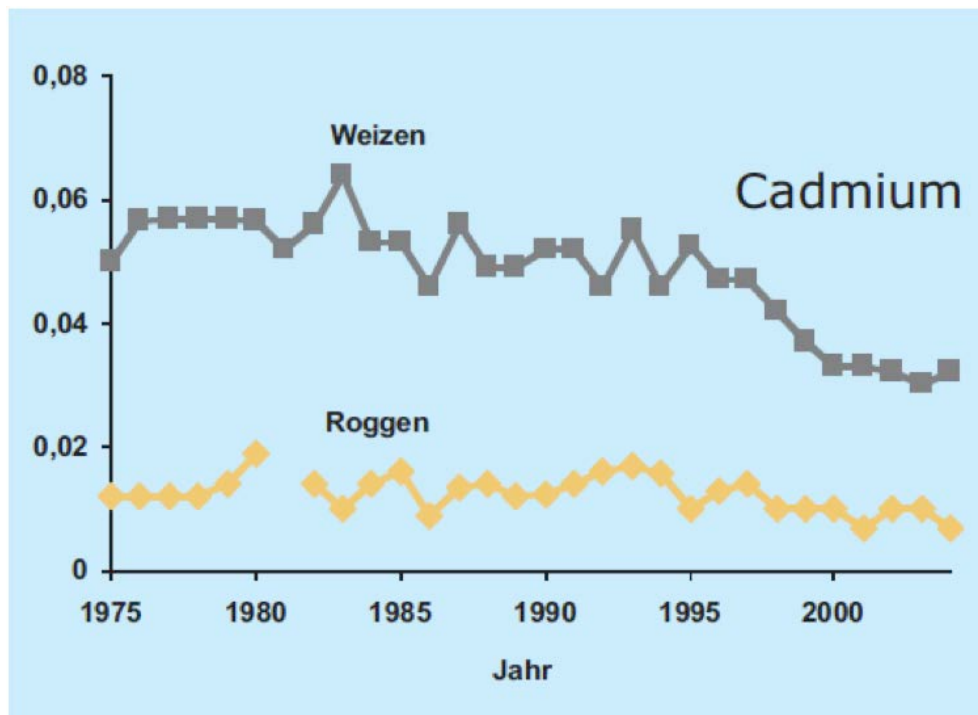
Tab. 56: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen in den BVL-Berichten zum Lebensmittel- Monitoring 1995-2008

Lebensmittel mit Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Cadmium*	
2008	Putenfleisch (1,1 %), Spinat (12,4 %)
2007	Weißkohl (2,1 %), Rettich (1,7 %), Austernseitling (1,5 %), Korinthe (1,5 %)
2006	Weizenkörner (1,1 %), Hai (7,4 %), Schwertfisch (42,9 %)
2005	Sepia (7,4 %), Kalmar (5,4 %), Reis (0,9 %), Kartoffelbreipulver (8,7 %), Müsliriegel (0,7 %), Spinat (2,7 %), Shiitakepilze (10,7 %)
2004	Erdnüsse (9,1 %), Porree (1,0 %), Tomate (1,1 %), barschartige Fische (9,1 %)
2003	Ente (0,4 %), Gans (1,6 %), Weizenkörner (0,9 %), Speisekleie aus Weizen (1,3 %), Gurke (0,4 %), Erbse tiefgefroren (1,0 %), Küchenkräuter (1,6 %)
2002	Rindernieren (3,8 %), Straußenfleisch (1,3 %), Spinat (3,8 %), Mohrrübe (2,2 %), Schokolade (2,8 %)
2001	Kalbsniere (2,2 %), Schweinenieren (2,3 %), Kopfsalat (2,6 %), Porree (1,6 %), Haie Zuschnitte (2,6 %), Weißwein (0,4 %)
2000	Ziegenkäse (1,6 %), Schinken (0,8 %), Kalbsleberwurst (0,4 %), Langkornreis (1,0 %), Reis ungeschliffen (1,4 %), Parboiled Reis (1,4 %), Teigwaren (0,4 %), Sonnenblumenkerne (15,6 %), Erdnuss geröstet (25 %), Erbse tiefgefroren (0,4 %)
1999	Camembert (0,4 %), Salami (2,4 %), Thunfischkonserve (0,8 %), Milchpulverzubereitung (2,6 %), Weizenkörner (4,9 %), Leinsamen (44,3 %), Zwiebel (0,4 %), Gemüsepaprika (0,4 %), Rhabarber (0,9 %)
1998	Wildschwein (0,5 %), Rinderleber (0,3 %), Miesmuscheln (1,1 %), Weizenkörner (1,3 %), Roggenkörner (1,4 %), Spargel (0,8 %), Mohrrüben (1,8 %), Knollensellerie (7,4 %), Birne (0,4 %), Erdbeeren (0,4 %), Süßkirschen (4,1 %)
1997	Schafskäse (0,4 %), Räucheraal (0,4 %), Weizenkörner (3,1 %), Roggenkörner (3,0 %), Erdnuss geröstet (50 %), Eichblattsalat (5,1 %), Brokkoli (0,5 %)
1996	Endivie (1,6 %)
1995	Krebstiere (6,6 %), Eisbergsalat (0,4 %), Lollo Rosso (3,2 %), Endivie (1,0 %), Bleichsellerie (2,2 %)

* Überschreitungen von Höchstgehalten beziehen sich in Abhängigkeit vom Berichtsjahr auf die jeweils geltenden Verordnungen: VO (EG) Nr. 466/2001, VO (EG) Nr. 1881/2006, VO (EG) Nr. 629/2008.

Quelle: Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 17

Abb. 111: Abbildung der Entwicklung der Cadmiumgehalte von Roggen und Weizen seit 1975



Entnommen: Forschungsreport 2/2005 des Max Rubner-Institutes (ehemals Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel – BfEL)

Quelle: Bundesamt für Risikobewertung 2009b, S. 33

Die Bleibelastung der Umwelt hat in der Vergangenheit vor allem durch die Einführung von bleifreiem Benzin wesentlich abgenommen, wie dies schon 1985 vom SRU prognostiziert wurde (SRU 1985, S. 294). Tab. 57 zeigt Höchstgehalts- und Richtwertüberschreitung von Lebensmitteln bei Blei. Insgesamt haben die „meisten Lebensmittel eine deutlich geringere Kontamination im Vergleich zu den Höchstgehalten“, wobei insbesondere Wild und Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze hohe Bleigehalte aufweisen (Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 23 u. 25). Über Lebensmittel nehmen die bundesdeutschen Bürger durchschnittlich 15% des tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmewerts auf (Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 27). Seit 1985 ist der tolerierbare wöchentliche Aufnahmewert von 50 µg/kg auf 25 µg/kg Körpergewicht gesenkt worden und dennoch lag die „Aufnahmemenge des Durchschnittserwachsenen an Blei über Lebensmittel einschließlich Bier bei ca. 25% dieser Menge“ (SRU 1985, S. 294) und damit deutlich über der heutigen Aufnahmemenge von Blei über die Nahrung.

Tab. 57: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Blei in den BVL-Berichten zum Lebensmittel-Monitoring 1995-2008

Lebensmittel mit Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Blei*	
2008	Reis (1,1 %), Spinat (1,9 %), Zwiebel (0,7 %)
2007	Rindfleisch (0,5 %), Apfel (1,6 %), Radieschen (4,6 %), Rettich (1,7 %)
2006	Rindernieren (1,9 %), Kalbsnieren (2,2 %), Hai (7,4 %), Schwertfisch (1,8 %)
2005	Salami (3,3 %), Kartoffelbreipulver (2,9 %), Spinat (0,7 %), Birne (0,9 %), Pfirsich/Nektarine (0,8 %), Apfelsaft (1,0 %)
2004	Getreidekörner (1,0 %), Erdnuss (9,1 %), Rucola (0,4 %), Ananas (0,5 %), Orangensaft (1,0 %), Muscheln, -erzeugnisse (0,5 %)
2003	Ente (0,8 %), Gans (0,4 %), Weizenkörner (1,8 %), Gurke (1,2 %)
2002	Rindfleisch (1,0 %), Rindernieren (1,0 %), Straußenfleisch (1,3 %), Kartoffeln (0,9 %), Bohne grün (0,6 %), Mohrrübe (2,2 %), roter Traubensaft (4,4 %), Johannisbeernektar (5,7 %), Säuglingsnahrung auf Getreidebasis (1,3 %)
2001	Kalbsleber (0,5 %), Kalbsniere (2,2 %), Rotbarschfilet (0,4 %)
2000	Friskäse (0,8 %), Ziegenkäse (1,2 %), Kalbsleberwurst (1,6 %), Langkornreis (3,8 %), Reis ungeschliffen (1,4 %), Teigwaren (2,0 %), Wirsingkohl (0,4 %), Salatgurke (0,9 %), Erbse tiefgefroren (1,6 %)
1999	Camembert (0,4 %), Putenfleisch (0,3 %), Salami (2,4 %), Weizenkörner (1,0 %), Blumenkohl (0,4 %), Gemüsepaprika (0,8 %), Melone/Honigmelone (0,4 %), Milchpulverzubereitung (1,6 %)
1998	Wildschwein (10,4 %), Weizenkörner (0,4 %), Roggenkörner (0,5 %), Spargel (0,4 %), Mohrrüben (0,5 %), Knollensellerie (3,2 %), Apfel (0,4 %), Birne (0,4 %)
1997	Schafskäse (0,4 %), Schweineleber (0,3 %), Wildschwein (17,9 %), Weizenkörner (1,3 %), Roggenkörner (3,0 %), Erdnuss geröstet/gesalzen (3,8 %), Grünkohl (1,1 %), Brokkoli (0,5 %), Paprikapulver (20,2 %)
1996	Regenbogenforelle (0,5 %), Endivie (1,1 %), Kohlrabi (0,4 %), Grüne Bohne (2,1 %)
1995	Seelachsfilet (0,3 %), Krebstiere (0,9 %), Feldsalat (1,8 %), Eisbergsalat (0,4 %), Gurke (0,3 %)

* Überschreitungen von Höchstgehalten beziehen sich in Abhängigkeit vom Berichtsjahr auf die jeweils geltenden Verordnungen: VO (EG) Nr. 466/2001, VO (EG) Nr. 1881/2006, VO (EG) Nr. 629/2008.

Quelle: Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 23

Quecksilber wird in erster Linie über die Nahrung aufgenommen, insbesondere seitdem die zahnärztliche Praxis der Amalgamfüllungen als Belastungsquelle an Bedeutung verliert. Fisch und Fischerzeugnisse können bei hohem Verzehr „einen großen Beitrag zur Quecksilberaufnahme leisten“ (Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 31), und insbesondere ist Thunfisch „von allen untersuchten Lebensmitteln am höchsten mit Quecksilber belastet“ (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013: S. 49). Die durchschnittliche Gesamtquecksilberaufnahmemenge liegt bei 0,49 µg/kg Körpergewicht und damit bei 0,21% des Beurteilungswertes (Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 33)

Tab. 58: Dokumentierte Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Quecksilber in den BVL-Berichten zum Lebensmittel-Monitoring 1995-2008

Lebensmittel mit Höchstgehalts- bzw. Richtwertüberschreitungen für Quecksilber*	
2008	Pute (0,5 %), Mohrrübe (2,2 %), Reis (16,1 %), geräucherter Heilbutt (3,8 %)
2007	Roggenkörner (5,1 %), Zuchtchampignon (6 %), Austernseitling (10,4 %)
2006	Haifisch (34,6 %), Schwertfisch (27,3 %), Eichblattsalat (4,8 %)
2005	Reis (3,1 %)
2004	Lachsähnliche Fische (5 %), barschartige Fische (11,4 %)
2003	Keine Überschreitungen festgestellt
2002	Keine Überschreitungen festgestellt
2001	Kalbsleber (1 %), Schweineniere (1,7 %), Butterfisch (14,3 %), Scholle (0,3 %), Hai (38,5 %)
2000	Ziegenkäse (4,9 %), Schinken (1,6 %), Kalbsleberwurst (5,6 %), Rot-/Blutwürste (1,3 %), Langkornreis (1 %), Parboiled Reis (1,4 %), Salatgurke (2,7 %)
1999	Camembert (6,1 %), Putenfleisch (0,3 %), Makrele geräuchert (0,4 %), Mineralwasser (0,6 %)
1998	Rinderleber (0,3 %), Wildschwein (1,1 %), Heilbutt (1,1 %)
1997	Wildschwein (8,9 %), Schafskäse (5,2 %), Schweineleber (0,3 %), Aal geräuchert (0,9 %)
1996	Keine Überschreitungen festgestellt
1995	Keine Überschreitungen festgestellt

* Überschreitungen von Höchstgehalten beziehen sich in Abhängigkeit vom Berichtsjahr auf die jeweils geltenden Verordnungen: VO (EG) Nr. 466/2001, VO (EG) Nr. 1881/2006, VO (EG) Nr. 629/2008, Mineral- und Tafelwasser-Verordnung (Min/TafelWV), Schadstoffhöchstmengenverordnung (SHmV) und Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV).

Quelle: Bundesamt für Risikobewertung 2010b, S. 30

Weitere Schwermetalle, deren Gehalte in Monitorings erhoben werden, sind Kupfer, Aluminium, Arsen und Nickel. Dabei wurden für Kupfer und Nickel nur geringe Belastungen festgestellt, die unter den Höchstgehalten liegen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013, S. 50 u. 54). Die Untersuchungsergebnisse bei Aluminium geben jedoch Anlass dazu, diese auch zukünftig zu beproben, und für Arsen wird die Einführung von Höchstgehalten für „Gesamt-/Anorganisches Arsen in einigen Lebensmittelkategorien diskutiert“ (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2013, S. 53).

6.6.4 Zusammenfassender Überblick

Die Ergebnisse aus verschiedenen Beprobungsverfahren von Lebensmitteln deuten daraufhin, dass eine Belastung mit unerwünschten Stoffen in den Lebensmitteln im Allgemeinen gering ist und die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden. Eine geringe (und weiter sinkende) Schadstoffbelastung der Lebensmittel wurde auch schon 1985 vom SRU festgestellt (SRU 1985, S. 297). Die gezeigten Befunde deuten zwar darauf hin, dass Höchstgrenzen eingehalten werden, jedoch bedeutet dies nicht, dass die Lebensmittel von unerwünschten Stoffen völlig frei sind. Dennoch muss nicht von gesundheitlichen Belastungen durch die auftretenden Gehalte an Rückständen und Kontaminanten ausgegangen werden, wenn auch heute noch Unsicherheiten bzgl. der gesundheitlichen Wirkungen, insbesondere bei Vorhandensein mehrerer verschiedener

unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln (SRU 1985, S. 295) bestehen. Ernährungsbedingte Gesundheitsrisiken resultieren jedoch vielmehr durch „unzureichende Kühlung und Erhitzung, unsachgemäßes Heißhalten von Lebensmitteln sowie mangelnde Küchen- und Händehygiene, aber auch (durch den) (...) Verzehr roher, vom Tier stammender Lebensmittel“ (DGE 2012). Weiterhin spielt vor allem die zu hohe Nährstoffzufuhr, der zu hohe Konsum von Fleischprodukten, Fett und Glucose eine Rolle für die Entstehung ernährungsbedingter Gesundheitsrisiken. Die Bewertung des SRU von 1985, wonach die Schadstoffbelastung der Lebensmittel als untergeordneter Problembereich zu bewerten ist, kann damit bestätigt werden.

Es kommt jedoch auch immer wieder zu Lebensmittelskandalen mit teils großen Überschreitungen zulässiger Grenzwerte. Meist handelt es sich dabei jedoch zeitlich und regional um Einzelfälle, so dass nicht von einer generellen Belastung von Lebensmitteln auszugehen ist. Weitere Skandale werden durch Verletzung der Kennzeichnungsverordnungen hervorgerufen, stehen jedoch nicht notwendigerweise im Zusammenhang mit Belastungen der Lebensmittel durch unerwünschte Stoffe.

6.7 Wasser

6.7.1 Begriffsbestimmung

Wasser und seine Aggregatzustände kommen in der Atmosphäre, im Boden und in den Wasserspeichern der Ozeane, Seen, Flüsse und Eismassen vor. Wasser (im flüssigen Aggregatzustand) tritt auf der Erde als Oberflächengewässer (in Flüssen, Seen, Übergangs- und Küstengewässern) und als Grundwasser (im Boden) auf. Die LAWA definiert Gewässer als

- alles in der Natur oberirdisch fließende oder stehende Wasser, einschließlich des Gewässerbettes und der Ökosysteme des sich anschließenden Talraums (Aue) und Verlandungsbereichs, soweit das Gewässer das prägende Element dieser Ökosysteme darstellt und im funktionalen Zusammenhang mit ihnen steht,
- sowie das Grundwasser (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 2).

Wasser ist für das Leben auf der Erde maßgebend. Die Funktionen des Wassers sind dabei vielfältig. Sie lassen sich z.B. unterscheiden in:

- Naturfunktionen: Lebenserhaltung, Lebensraum oder -medium, Regelungsfunktion
- Kulturfunktion: Benutzung und Belastung, Entnahme und Verbrauch

Landwirtschaft und Wasserhaushalt stehen weltweit in engen Wechselbeziehungen. Wasser ist ein zentraler Produktionsfaktor der landwirtschaftlichen Erzeugung. Durch den Austrag landwirtschaftlicher Produktionsmittel (z.B. für Düngung und Pflanzenschutz) werden die Wasserressourcen aber auch belastet.

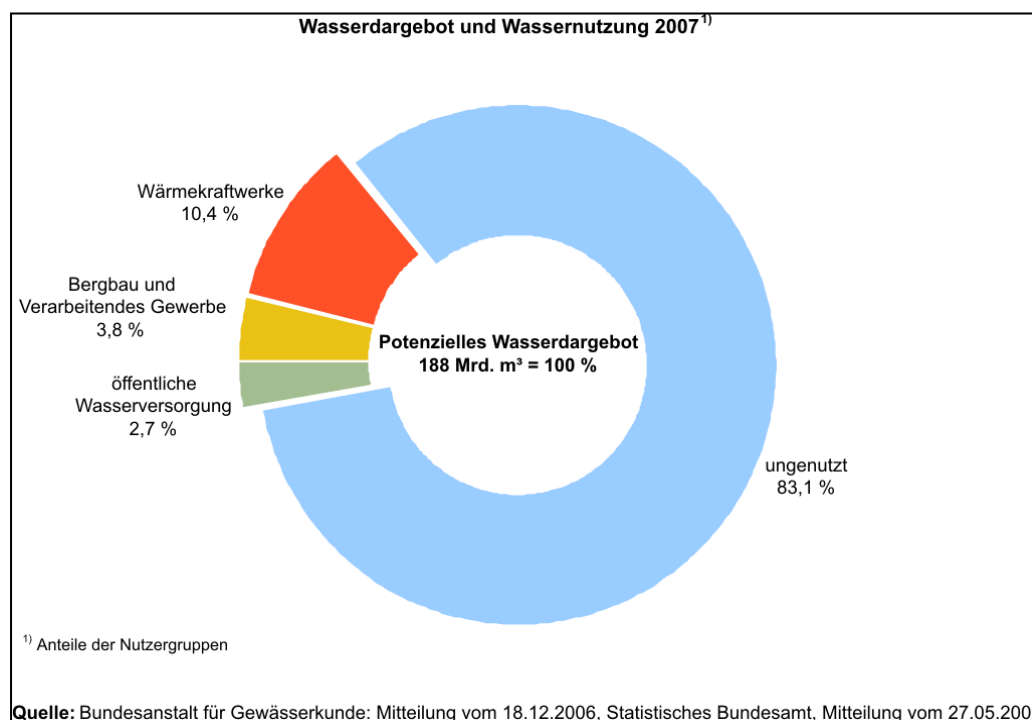
6.7.2 Gefährdungs- und Belastungszustand

Der Zustand des Wassers kann sowohl quantitativ als auch qualitativ beeinflusst werden. Als nachteilig oder gefährlich bewertete Einflüsse heißen Belastungen. Dabei bezeichnet die quantitative Belastung die Entnahme von Wasser und die qualitative Belastung den Eintrag schädigender Substanzen in das Wasser. Daneben können wasserbauliche Maßnahmen wie Flussbegradigungen oder Dränierungen die Naturfunktionen des Wassers beeinträchtigen. Im Folgenden werden die Belastungen nach quantitativen, qualitativen und wasserbaulichen Verursachungen differenziert dargestellt.

Quantitative Belastung

Weltweit ist die Landwirtschaft der größte Wassernutzer („Grundwasser in Deutschland“ BMU 2008, S.26 Grundwasserentnahme für Landwirtschaftliche Bewässerung) und für ca.70% der Wasserentnahmen verantwortlich (UNESCO 2009, S. 97). In Europa wird das meiste Wasser jedoch von der Industrie verbraucht. Die größten Wassernutzer in Deutschland sind Wärmekraftwerke, Industrie und öffentliche Haushalte (siehe Abb. 113).

Abb. 112: Wasserdargebot und Wassernutzung in Deutschland 2007



Quelle: BMU 2011d

Der Großteil des Wassers für den menschlichen Konsum wird dem Grundwasser entnommen (siehe Tab. 59) (BMU 2008, S.24). Die Industrie entnimmt das von ihr benötigte Wasser hauptsächlich den Oberflächengewässern (BMU 2008, S. 26).

Tab. 59: Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung nach Wasserarten

		1991	1995	1998	2001	2004	2007 1)
Wasserversorgungsunternehmen insgesamt	Anzahl	6.953	6.655	6.709	6.580	6.384	6.211
darunter mit Eigengewinnung	Anzahl	-	-	5.477	5.260	5.043	4.833
Wassergewinnung							
insgesamt	Mio. m ³	6.515,5	5.810,3	5.557,3	5.409,0	5.317,7	5.127,6
Grund- und Quellwasser	Mio. m ³	4.692,7	4.224,4	4.102,5	4.010,7	3.952,0	3.580,8
Uferfiltrat	Mio. m ³	392,6	304,1	268,2	280,4	284,4	409,7
Oberflächenwasser ²⁾	Mio. m ³	1.430,3	1.281,7	1.186,5	1.117,8	1.134,4	1.137,1

1) vorläufiges Ergebnis

2) See- bzw. Talsperrenwasser, Flusswasser sowie angereichertes Grundwasser (planmäßig versickertes Oberflächenwasser, echtes Grundwasser und ggf. Uferfiltrat)

Quelle: Umweltbundesamt 2009d

Von den in Deutschland jährlich gebildeten Grundwasservorkommen (48,2 km³: 2007) werden ca. 12% (5,86 km³: 2007) genutzt (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, o.J.). Der von der Wasserrahmenrichtlinie geforderte mengenmäßig gute Zustand des Grundwassers wird für 96% der deutschen Grundwasserkörper erreicht (BMU 2010c, S. 16).

Durch den Klimawandel (siehe Kapitel 6.3) kann es zukünftig zu großen Verschiebungen im Auftreten von Niederschlägen und der Grundwasserneubildung kommen. So deuten Modellergebnisse für die westdeutschen Bundesländer eine Zunahme, für die ostdeutschen Bundesländer dagegen eine Abnahme der Grundwasserneubildung an (BMU 2008, S. 47). Die Veränderungen des Niederschlagsgeschehens haben vor allem auch Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von landwirtschaftlich nutzbarem Wasser (WBGU 2004, S. 67). Sowohl großflächige Überschwemmungen, Starkregen als auch länger anhaltende Dürren können die Folge sein.

Qualitative Belastung

Wasser wird durch den Eintrag schädlicher oder Schäden bewirkender Stoffe qualitativ belastet. Diese Stoffe können auf zwei Wegen in das Wasser gelangen:

- Direkter Eintrag oder direkte Einleitung in das Wasser
- Indirekter Eintrag über Deposition oder Verlagerung mit Niederschlägen in die Gewässer, z. B. von Schwefel- und Stickstoffoxiden oder Aerosolpartikeln

Die Schadstoffeinträge werden unterschieden nach:

- Punktuellen Einträgen, die an exakt abgrenzbaren Stellen aus definierbaren Quellen stattfinden
- Diffusen Einträgen, die flächenhaft stattfinden und nicht exakt bestimmten Quellen zugeordnet werden können

Die Belastung von Grundwasser geschieht i.d.R. über diffuse Einträge. Punktuelle Belastungen des Grundwassers entstehen z.B. durch das Austreten von Schadstoffen an Unfallstellen. Oberflächengewässer werden sowohl über diffuse als auch über punktuelle Einträge belastet. In jedem Falle ist zu berücksichtigen, dass zwischen Grund- und Oberflächengewässern ein Austausch stattfindet.

Schadstoffe entstammen einer Vielzahl unterschiedlicher Quellen:

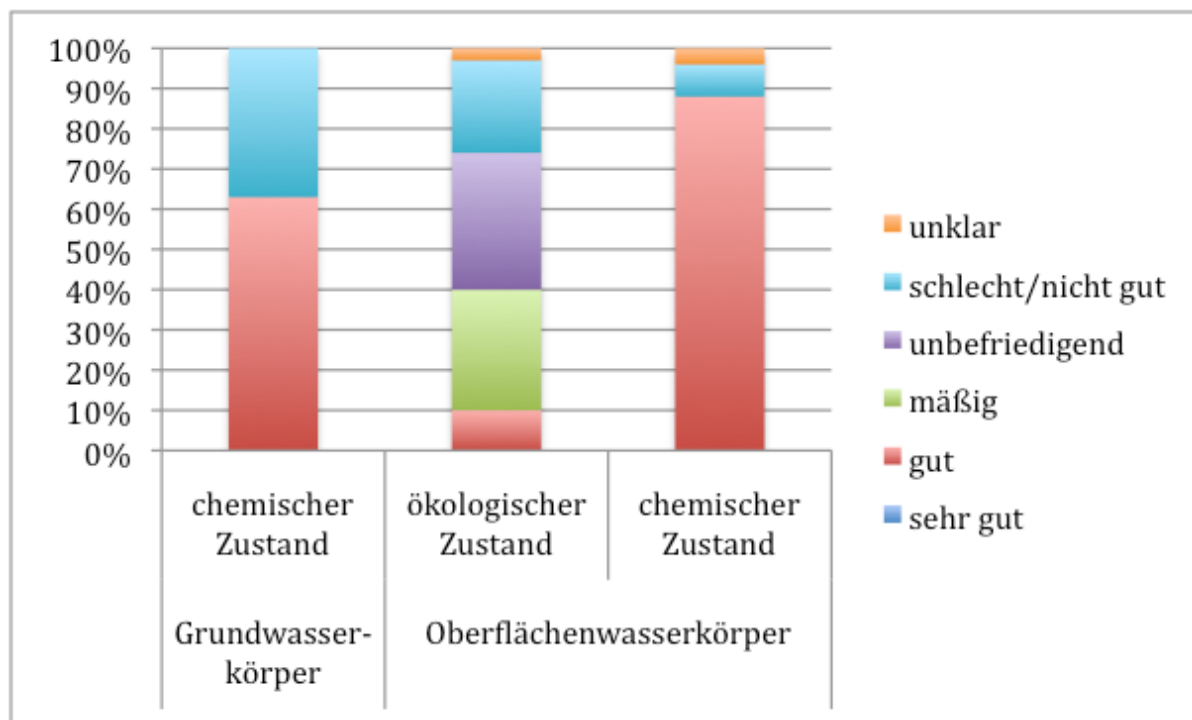
- Industrie (Direkte Einleitung und indirekte Einträge)
- Bergbau
- Kläranlagen
- Urbane Gebiete (vor allem Kanalisationen und nicht an die Kanalisation angeschlossene Einwohner)
- Drainagen
- Oberflächenabfluss (auch durch den Straßenverkehr bedingt: Ölverluste und Reifenabrieb)
- Erosion
- Atmosphärische Deposition
- Schifffahrt: „betriebs- oder unfallbedingte Freisetzung wassergefährdender Stoffe und toxischer Anstriche“ (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 7).

Die wassergefährdenden Stoffe werden in Wassergefährdungsklassen (1-3) entsprechend dem Einstufungsverfahren der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen“ (VwVwS) vom 17.5.1999 eingeteilt. Aktuell sind ca. 1850 Stoffe als wassergefährdend klassifiziert (BMU 2010d, S. 97). Die Schadstoffwirkungen im Wasser lassen sich verschiedenen Wirkmechanismen zuordnen:

- Verbrauch an Sauerstoff beim Abbau organischer Stoffe durch Mikroorganismen und dadurch bewirkter Rückgang oder Schwund sauerstoffbedürftiger Arten
- Nährstoffeintrag mit einseitiger Förderung des Wachstums nährstoffliebender Arten und Verdrängung der übrigen Arten (z.B. Algenwachstum in der Ostsee) (Eutrophierung)
- Direkte und indirekte toxische Wirkungen auf Pflanzen- und Tierarten, sowie Anreicherung toxischer Stoffe in der Nahrungskette, die beide zum Absterben führen (SRU 1985, S. 258)

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert die Erreichung eines „guten Zustandes“ von Grundwasser und Gewässern (ökologischer Zustand, chemischer Zustand, mengenmäßiger Zustand) bis 2015. Abb. 114 zeigt, dass der gute chemische Zustand von 63% der Grundwasserkörper und 88% der Oberflächenwasserkörper erreicht wird, ein guter oder sehr guter ökologischer Zustand jedoch nur von 10% der Oberflächenwasserkörper (BMU 2010d, S. 56).

Abb. 113: Chemischer und ökologischer Zustand der Grund- und Oberflächenwasserkörper Deutschlands



Quelle: eigene Darstellung nach BMU 2010d

Wasserbauliche Belastung

Wasserbauliche Maßnahmen umfassen Eingriffe in Grundwasser, Oberflächengewässer oder Meeresküstengewässer, die der Trinkwassergewinnung, Erhöhung der Hochwassersicherheit, Verbesserung der gewässerökologischen Funktionen, der Gewässerstabilisierung, der Bewässerung, der Stromerzeugung oder der Schifffahrt dienen sollen. So betreut z. B. die Bundesanstalt für Wasserbau durch wasserbauliche Maßnahmen insbesondere 7.350 km Binnenwasserstraßen und 23.000 km Seeschifffahrtsstraßen.

Maßnahmen des Hochwasserschutzes werden an der Küste bzw. an Flüssen in der Nähe von Siedlungen umgesetzt. Es werden Deiche und Wasserspeicher gebaut und Flussbetten entsprechend ausgebaut. Die Speicher dienen auch dazu, niedrige Wasserstände von Flüssen auszugleichen (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 9).

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft hat ebenfalls zu erheblichen Eingriffen in Flüsse durch den Bau von Staustufen oder großen Staumauern, an Meeresküsten auch durch die Errichtung von Gezeiten- und Wellenkraftwerken geführt. Die Gewässer werden dadurch meist langfristig beeinflusst und viele ihrer Naturfunktionen (z.B. Lebensraumfunktion, Durchgängigkeit) können gestört werden (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 9).

6.7.3 Einfluss der Landwirtschaft - Entwicklungen seit 1985

Die Landwirtschaft wirkt sich über die Wassernutzung und die Beeinflussung der Grundwasserneubildung auf die Quantität des Wassers, sowie durch den Eintrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und Bodenbestandteilen auf die Wasserqualität aus. Die Landwirtschaft ist aber auch verantwortlich für wasserbauliche Maßnahmen. Im

Folgenden werden die landwirtschaftlichen Einflüsse im Einzelnen dargestellt, wobei ein Hauptaugenmerk auf die qualitative Beeinflussung des Wasserhaushaltes als wesentlichen Aspekt der landwirtschaftlichen Gewässerbelastung in Deutschland gelegt wird.

Quantitative Beeinflussung

Wasser ist einer der wesentlichen Produktionsfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion und bestimmt Menge und Qualität der Produkte maßgeblich.

In Deutschland ist eine regelmäßige Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen aufgrund der klimatischen Bedingungen (Höhe und zeitliche Verteilung von Niederschlägen) nur vereinzelt notwendig. Dafür werden weniger als 1% des Gesamtwasserverbrauchs verwendet (BMU 2010d, S. 75). Bewässert werden 3,3% (560.000 ha) der landwirtschaftlichen Flächen, überwiegend in Niedersachsen (BMU 2010d, S. 75). Die bewässerte Fläche hat damit seit 1985 zwar zugenommen, der Anteil des für die Bewässerung genutzten Wassers ist hingegen zurückgegangen. 1985 waren 20 Mio. m³ für Bewässerungszwecke genutzt und damit 250.000 ha (2,1% der landwirtschaftlich genutzten Fläche) bewässert worden, davon 125.000 ha in Norddeutschland, (SRU 1985, S. 213 nach BML 1979 und Winje 1982). Diese Wassermenge entsprach „5% der Fördermenge der öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen“ der damaligen Bundesrepublik (SRU 1985, S. 231).

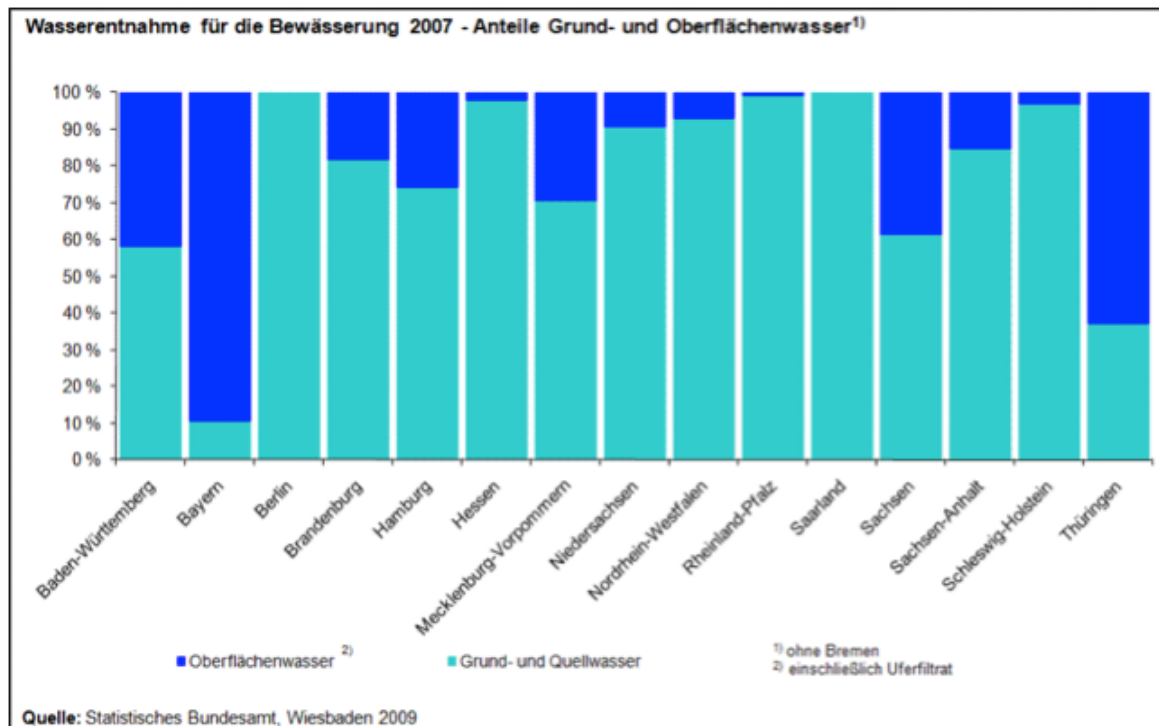
Tab. 60: Beregnungsflächen bzw. Bewässerungsfläche in Deutschland im Jahr 2008

	Landw. Nutzfläche (LF)	Beregnungsfläche 2008	Beregnungsfläche
	(ha)	(ha)	(in % der LF)
Baden-Württemberg	1.437.200	23.000	1,6
Bayern	3.224.700	31.200	1
Brandenburg	1.336.400	25.000	1,9
Hessen	773.600	43.000	5,6
Mecklenburg-Vorpommern	1.368.600	20.000	1,5
Niedersachsen	2.617.700	300.000	11,5
Nordrhein-Westfalen	1.505.200	31.000	2,1
Rheinland-Pfalz	708.400	38.700	5,5
Saarland	77.000	300	0,4
Sachsen	910.800	15.000	1,6
Sachsen-Anhalt	1.175.100	20.000	1,7
Schleswig-Holstein	997.600	5.900	0,6
Thüringen	793.800	6.600	0,8
Berlin, Bremen, Hamburg	24.700	300	1,2
Deutschland (Gesamt)	16.950.800	560.000	3,3

Quelle: Chemielewski, F.-M. 2011

Das in der deutschen Landwirtschaft genutzte Wasser entstammt überwiegend dem Grundwasser, dem dazu 109 Mio. m³ entnommen werden – gegenüber 33 Mio. m³ aus den Oberflächengewässern (BMU, Grundwasser in Deutschland, 2008, S.27). Die Landwirtschaft ist damit zu 0,4% des Gesamtwasserbedarfs an der Wasserentnahme beteiligt (BMU 2008, S.27). 1985 waren 2/3 der für Bewässerung genutzten Wassermenge dem Grundwasser und 1/3 den Oberflächengewässern entnommen (SRU 1985, S. 213 nach BML 1979 und Winje 1982), und der Beitrag der Landwirtschaft zum Grundwasserverlust war für einige Regionen (z.B. Uelzen) mit 15% angegeben worden (SRU 1985, S. 231). Die Situation hat sich damit seit 1985 positiv verändert. Die Aussage des SRU von 1985, „dass es zumindest gebietsweise zu einer verstärkten Nutzungskonkurrenz zwischen öffentlicher Wasserversorgung und landwirtschaftlicher Beregnung kommen kann“ (SRU 1985, S. 231) scheint, wenn überhaupt, nur sehr kleinräumig relevant zu sein.

Abb. 114: Wasserentnahme für die Bewässerung – Anteile Grund- und Oberflächenwasser



Quelle: BMU 2008, S.27

Neben der Entnahme von Wasser für Bewässerungszwecke gehen von den landwirtschaftlichen Produktionstechniken (nach SRU 1985, S. 231), noch weitere quantitative Wirkungen auf den Wasserhaushalt aus, und zwar durch

- Umwandlung von Wald und Grünland in Ackerland (Grundwasserneubildung, Verschlechterung der Grundwasserqualität, in Hanglagen verstärkte Erosion und erosionsbedingte Einträge)
- Einsatz schwerer Geräte und Fahrzeuge (Bodenverdichtung – verringerte Einsickerung, verstärkter Oberflächenabfluss und erhöhte Erosion)
- Verstärkte Bodenbearbeitung (Abnahme des Humusanteils und verminderte Wasserhaltefähigkeit).

Von diesen Wirkungen ist, verglichen mit den Annahme des SRU von 1985, die Umwandlung von Wald in Ackerflächen nicht eingetreten. Die deutsche Waldfläche hat in den letzten vier Jahrzehnten um 1 Mio. ha zugenommen und betrug 2011 11,1 Mio. ha. Dagegen hat die prognostizierte Umwandlung von Grünland in Ackerflächen stattgefunden (siehe unten).

Ebenso hat das Gewicht der landwirtschaftlichen Maschinen weiter zugenommen (siehe Kapitel 6.2) und mit ihm die Gefahr der Bodenverdichtung. Aktuell wird davon ausgegangen, dass auf 50% der Ackerflächen die Produktivität durch Verdichtungen beeinträchtigt wird, wobei es sich noch nicht um Schadverdichtungen, aber qualitative Einschränkungen der Bodenstruktur handelt (Umweltbundesamt 2010a, S. 44).

Qualitative Beeinflussung

Die Landwirtschaft ist der größte Flächennutzer in Deutschland. Durch den Eintrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie Bodenbestandteilen beeinflusst die Landwirtschaft die Wasserqualität maßgeblich. So ist die Landwirtschaft verantwortlich für eine Reihe von Stoffeinträgen in die Gewässer, die im Gutachten des SRU von 1985 nach ihrer Wirkung in toxische und störende Stoffe differenziert werden (SRU 1985, S. 235):

- toxische Stoffe: Nitrat und Nitrit, Pflanzenschutzmittel und Schwermetalle,
- störende Stoffe: Phosphate, Eisen, Mangan, Magnesium, Calcium, Natrium, Chlorid, Sulfat, Sulfit, Huminsäuren und Keime.

Besonders negativ sind Stoffe zu bewerten, die zu einer Eutrophierung der Gewässer führen, sowie Stoffe mit toxischen Wirkungen (Strosser et al. o.J.). Diese Stoffe können auf unterschiedlichen Wegen in die Gewässer gelangen.

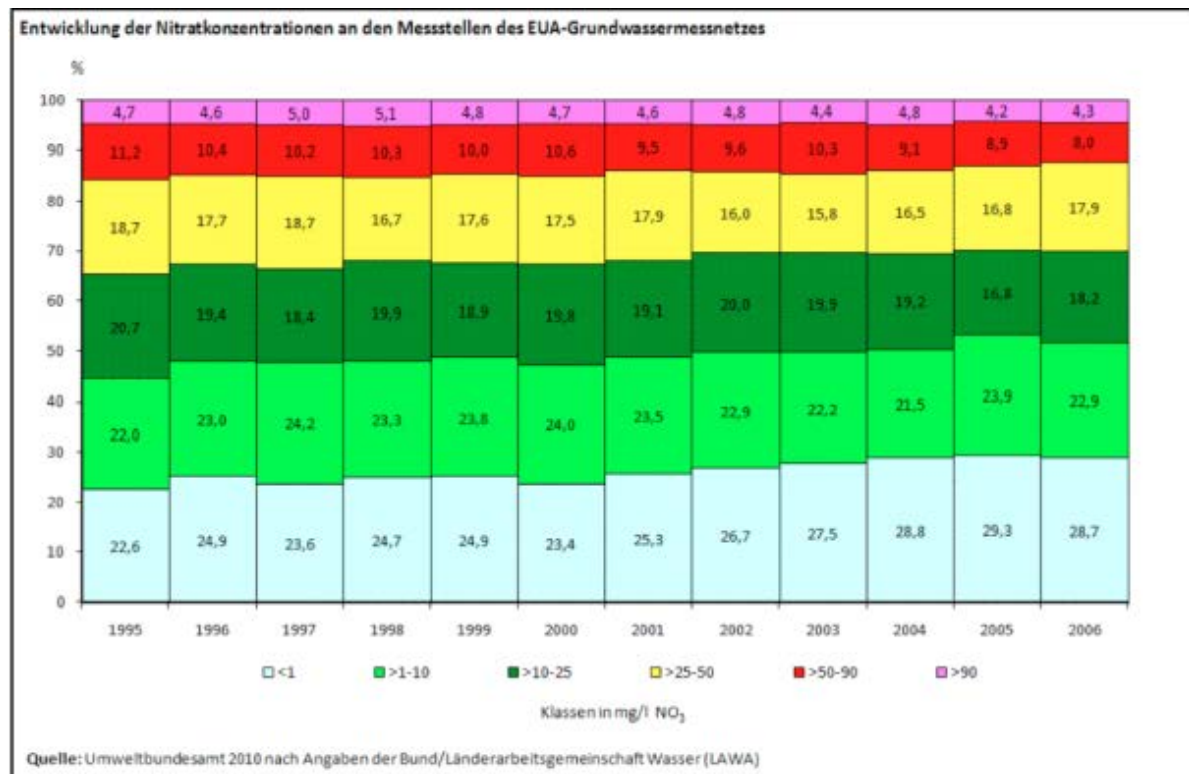
Das Grundwasser wird durch die Landwirtschaft i.d.R. in diffuser Weise, und zwar durch Auswaschung aus dem Boden, belastet, während die Oberflächengewässer sowohl diffuse als auch punktuelle Belastungen erfahren. Diffuse Einträge beruhen auf Erosion (partikulärer Anteil), Oberflächenabfluss (gelöste Stoffe) – die beide auch die durch atmosphärische Deposition auf Landwirtschaftsflächen gelangten Stoffe enthalten –, ferner auf Dränage und Grundwasserzufluss (Fuchs, S. et al. 2010, S. 13f.). Zu den punktuellen Einträgen zählt die Direkteinleitung von Abwässern oder auch die Abdrift. Im Gegensatz zur Auswaschung in das Grundwasser ist der Eintrag von Schadstoffen in die Oberflächengewässer meist nicht selektiv.

Im Folgenden werden die qualitative Gewässerbelastung der Gewässer mit Stoffen, die maßgeblich aus der landwirtschaftlichen Produktion stammen, und deren Wirkungen in den Gewässern dargestellt.

Stickstoff, vor allem als Nitrat

Der SRU hatte 1985 (S. 238) anhand von Beispielen ein Ansteigen des Nitratgehalts im Grundwasser dargestellt. Wie Abb. 116 zeigt, haben die Nitratgehalte an den Messstellen des EUA-Grundwassermessnetzes seit 1995 geringfügig abgenommen. Jedoch weisen für den Untersuchungszeitraum 2000/2002 bis 2004/2006 immer noch 30,6% der Messstellen steigende Nitratgehalte auf (BMU 2010c, S. 20), und an 15% der Messstellen kann der Grenzwert von 50 mg Nitrat/l nicht eingehalten werden (BMU 2010d, S. 101).

Abb. 115: Entwicklung der Nitratkonzentrationen an den Messstellen des EUA-Grundwassermessnetzes im Zeitraum von 1995 bis 2006



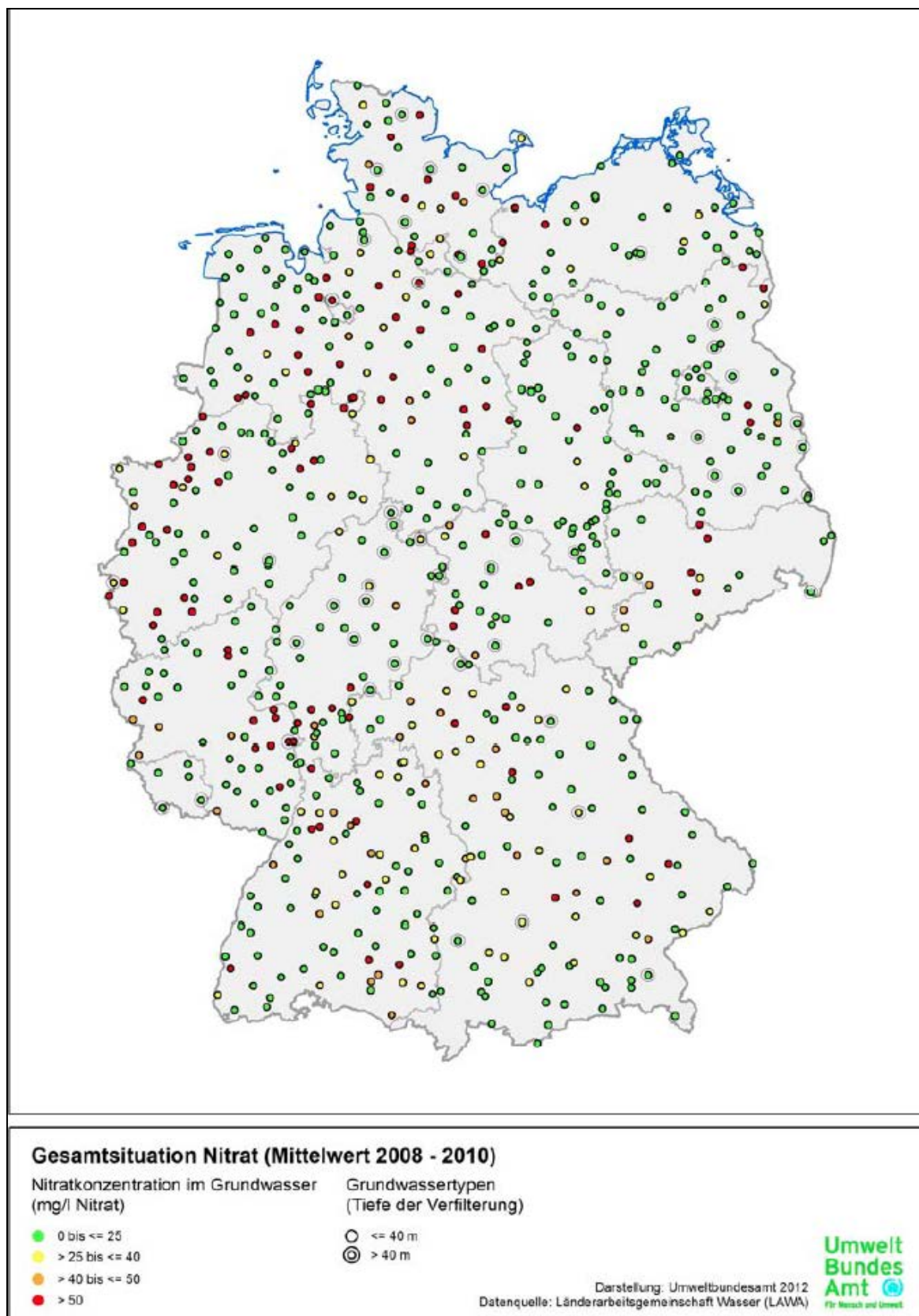
Quelle: BMU 2010c, S. 20

Die bereits im letzten Nitratbericht festgestellte schwach rückläufige Entwicklung der Gewässerbelastungen durch Nitrat setzt sich auch im Berichtszeitraum des Nitratberichts 2012 fort.

Für die Werte des EUA-Messnetzes gilt in den Überwachungszeiträumen 2008-2010 und 2004-2006, dass sich Nitratbelastungen über die gesamte Fläche der Bundesrepublik verteilen. Es sind zwar regionale Cluster von Messstellen mit einer Überschreitung der Qualitätsnorm von 50 mg/l erkennbar, dennoch lässt sich eine Gefährdung des oberflächennahen Grundwassers nicht grundsätzlich auf wenige Gebiete und Regionen einschränken. Eine Überschreitung der Qualitätsnorm findet sich für den aktuellen Berichtszeitraum an 14,3% der ausgewerteten EUA-Messstellen. Vergleicht man die Entwicklung an den 342 landwirtschaftlich beeinflussten Messstellen als Teilmenge aus dem EUA-Messnetz mit dem gesamten Messstellenkollektiv, so ergibt sich, dass der Einfluss der Landwirtschaft zwar nicht den alleinigen, aber den mit Abstand bedeutendsten Eintragspfad für die hohen Nitratkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser darstellt (BMU, BMELV 2012).

Abb. 117 zeigt die räumliche Verteilung der 739 deutschen Messstellen und deren mittlere Nitratgehalte im Zeitraum 2008-2010. In diesem Zeitraum überschreiten 14,3% - und damit 0,6% Messstellen weniger als im vorangegangenen Berichtszeitraum - die Qualitätsnorm für Nitrat. Werden nur die landwirtschaftlich beeinflussten 342 Messstellen betrachtet, so zeigt sich eine Überschreitung der Qualitätsnorm bei 22,2% (23,1% im vorangegangenen Berichtszeitraum) der Messstellen (BMU & BMELV 2012, S. 37).

Abb. 116: Gesamtsituation Nitrat für den Überwachungszeitraum 2008-2010



Quelle: BMU & BMELV 2012, S. 36

Neben dem EUA-Messnetz wurden zur Ermittlung der Nitratbelastung des Grundwassers in der Bundesrepublik für die Erstellung des Nitrat-Berichts die Messstellen eines speziellen Belastungsmessnetzes ausgewertet, die aufgrund landwirtschaftlicher Einflüsse eine besonders hohe Nitratausgangsbelastung aufweisen und daher die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduktion des landwirtschaftlichen Stickstoffeintrags in das Grundwasser am besten aufzeigen können. Dieses sog. Belastungsmessnetz umfasst 186 Grundwassermessstellen, die nach bestimmten Kriterien ausgewählt wurden. Das Belastungsmessnetz ist als Sondermessnetz demzufolge nicht repräsentativ für eine Beschreibung der allgemeinen Nitratsituation im oberflächennahen Grundwasser in der Bundesrepublik. Die Auswertung der Messergebnisse zeigt, dass an etwa der Hälfte aller 162 Messstellen der Grenzwert für Nitrat im Grundwasser (50mg/l) überschritten wird und bei weitere 42,6% der Messstellen in die Konzentrationsklassen > 25-40 mg/l und > 40-50 mg/l fallen. Dies ist ebenfalls ein eindeutiger Hinweis auf anthropogene Beeinflussungen des Grundwassers. Die Mittelwerte der Nitratgehalte sind in diesem Sondermessnetz lediglich an 8 % (entspricht 13 Messstellen) kleiner als die halbe Qualitätsnorm von 25 mg/l.

Stickstoff und seine Verbindungen werden im Boden nicht oder kaum gebunden, sind daher leicht beweglich und stark auswaschungsgefährdet. Der Stickstoffeintrag ins Grundwasser wird daher durch die Einsatzmenge an mineralischen oder organischen Stickstoffdüngern, aber auch durch den Zeitpunkt ihrer Ausbringung und Einarbeitung sowie die dabei angewandte Technik, ferner durch die Fruchtfolge und humusaufbauende Maßnahmen beeinflusst (siehe Kapitel 6.3). Des Weiteren sind die natürlichen Stickstoffvorräte im Boden, bodenbelüftende und -wendende Bodenbearbeitung (mehr Luft im Boden, Erhöhung der versickernden Niederschläge), Bodenentwässerung (z.B. in Niedermooren) und die Umwandlung von Grünland in Acker beeinflussende Faktoren der Nitratauswaschung (SRU 1985, S. 244). Weitere auswaschungsfördernde Faktoren, die jedoch wenig bzw. nicht durch die Landwirtschaft beeinflusst werden, umfassen etwa die Höhe der Grundwasserneubildung, die Bodenart, die Tiefgründigkeit des Bodens sowie Höhe und zeitliche Entwicklung von Temperatur und Niederschlägen (vgl. auch Ring et al. 1991, S. 118).

Der Stickstoffüberschuss der landwirtschaftlich genutzten Böden, das heißt der von den Pflanzen nicht aufgenommene Stickstoff, lag seit Anfang der 1970er Jahre bei einem Wert von über 100 kg N/ha und Jahr und hatte sein Maximum Ende der 1980er – Anfang der 1990er Jahre mit einem Wert von ca. 160 kg N/ha und Jahr erreicht (Haas, G. 2003, S. 58). Dann sank er wieder ab und stagniert seit 2000 zwischen 100 und 120 kg/ha (Abb. 61). Das Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, den Stickstoffüberschuss bis 2010 auf 80 kg/ha zu begrenzen, wurde jedoch verfehlt. Der Stickstoffbilanzüberschuss lag im Jahr 2012 bei rund 96 kg/ha, mit teilweise deutlichen Überschreitungen dieses Werts in den Intensivtierhaltungsregionen Nordwestdeutschlands.

Allerdings gelangt der Stickstoffüberschuss nicht vollständig in die Gewässer, da Stickstoff in verschiedenen Verbindungen auch durch Abbauprozesse und Ausgasung den Boden verlässt (siehe Kapitel 6.3). In diese Betrachtung wird jedoch meist nur die Stickstoffbilanz der landwirtschaftlichen Nutzflächen einbezogen. Stickstoffverluste im Stall und bei der Düngerausbringung bleiben unberücksichtigt (BMU 2010d, S. 101).

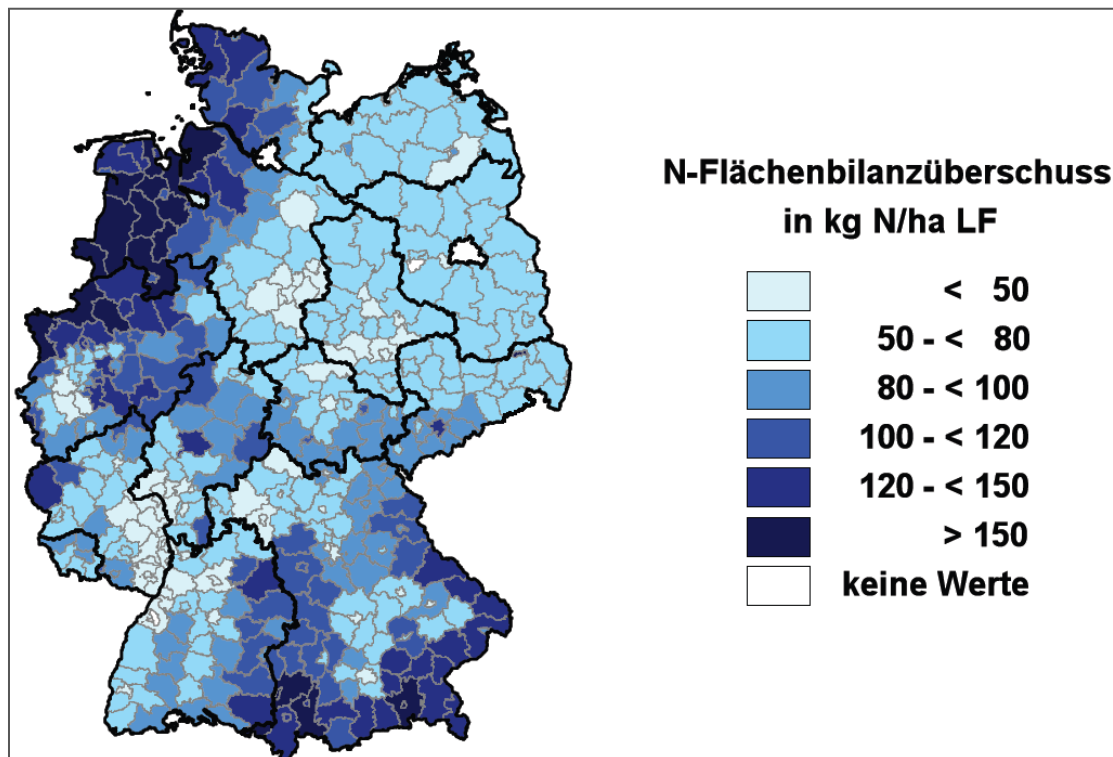
Die Stickstoffüberschüsse zeigen regionale Unterschiede zwischen den Bundesländern (siehe Tab. 61). Die höheren Überschüsse in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Bayern und Schleswig-Holstein lassen sich auf die intensivere Tierhaltung in diesen Bundesländern zurückführen (BMU & BMELV 2012, S. 43). Das Umweltbundesamt beobachtet ein Maximum von der Landwirtschaft zuzurechnenden Gewässer-Einträgen in Regionen mit hohen Tierbeständen auf austragsgefährdeten Böden (Umweltbundesamt 2010a, S. 41) mit Werten von über 150 kg/ha LF (siehe Abb. 119). Damit scheint die intensive Tierhaltung im Vergleich zu 1985 als Ursache von Stickstoffüberschüssen an Bedeutung gewonnen zu haben. Der SRU erwähnte 1985 (S. 236) eine „Überdeckung der Gebiete erhöhter Nitratwerte im Trinkwasser mit Gebieten, die einen erhöhten Anteil von Intensiv- und Sonderkulturflächen aufweisen, (...) dagegen zeigt sich mit Gebieten, in denen ein hoher Viehbestand zu verzeichnen ist, keine grundsätzliche Überdeckung“. Die Nitratproblematik hat sich demnach seit 1985 von Regionen mit intensivem Pflanzenbau in Regionen mit intensiver Tierhaltung verlagert.

Tab. 61: Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse (kg N/ha) in Deutschland nach Bundesländern für ausgewählte Jahre

	1999	2003	2005	2007	2008	2009
Baden-Württemberg	67	93	71	62	66	53
Bayern	73	103	79	74	78	64
Brandenburg	53	73	55	52	55	41
Hessen	58	83	62	55	60	44
Mecklenburg-Vorpommern	43	65	43	39	43	26
Niedersachsen	76	110	84	81	84	72
Nordrhein-Westfalen	84	115	92	87	87	77
Rheinland-Pfalz	55	73	54	48	52	38
Saarland	63	83	62	56	62	60
Sachsen	59	84	62	54	59	45
Sachsen-Anhalt	45	68	46	40	41	26
Schleswig-Holstein	71	104	84	75	81	65
Thüringen	58	81	60	51	55	38

Quelle: BMU & BMELV 2012, S. 43

Abb. 117: N-Flächenbilanzüberschuss 2003 (ohne Deposition, ohne Abzug NH₃, ohne Sekundäre Rohstoffdünger)



Quelle: Osterburg, B. 2009

Zur Nitratauswaschung kommt es nicht nur bei mineralischer, sondern auch bei organischer Düngung. Bei der letztgenannten spielt auch die Art des organischen Düngers eine wichtige Rolle. So ist die Gefahr der Stickstoffauswaschung umso höher, je mehr leichtlösliche Verbindungen wie Ammoniumstickstoff im Dünger enthalten sind. Dessen Anteil beträgt bei Festmist³, bei Flüssigmist (Gülle)³ und bei Jauche ca. 95% des Stickstoffs (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 1979, in SRU 1985, S. 243). Der SRU sah daher 1985 (S. 243) die Gefahr, dass durch „Umstellung von Festmist auf Schwemmentmistung“ die potentielle Nitratbelastung des Grundwassers steigt. Neben der Minderung der Nitratauswaschung erhöht Festmist auch den Humusgehalt der Böden und damit die Wasserspeicherfähigkeit leichter Böden (SRU 1985, S. 243). Heute hat sich die Schwemmentmistung weitgehend durchgesetzt und Festmist kommt nur noch in seltenen Fällen zur Anwendung (siehe Kapitel 5.2.1).

Laut SRU 1985 (S. 242) nimmt die Auswaschungsgefahr mit gut deckenden Pflanzenbeständen in der Fruchtfolge ab. Daher sah der SRU 1985 die „Einführung und Verstärkung des Rüben- und Maisanbaus, d.h. ein Fruchtfolge-Problem“ auf leichten Böden „als gewichtigste Ursache von Stickstoffverlusten“ an (SRU 1985, S. 243). Diese Ursache hat insbesondere mit der Ausdehnung des Maisanbaus auch auf leichten Böden durch den verstärkten Anbau von Biomasse in der jüngsten Vergangenheit ganz erheblich an Bedeutung gewonnen (Kapitel 5.3) und kann damit zu weiterer Nitratauswaschung beitragen.

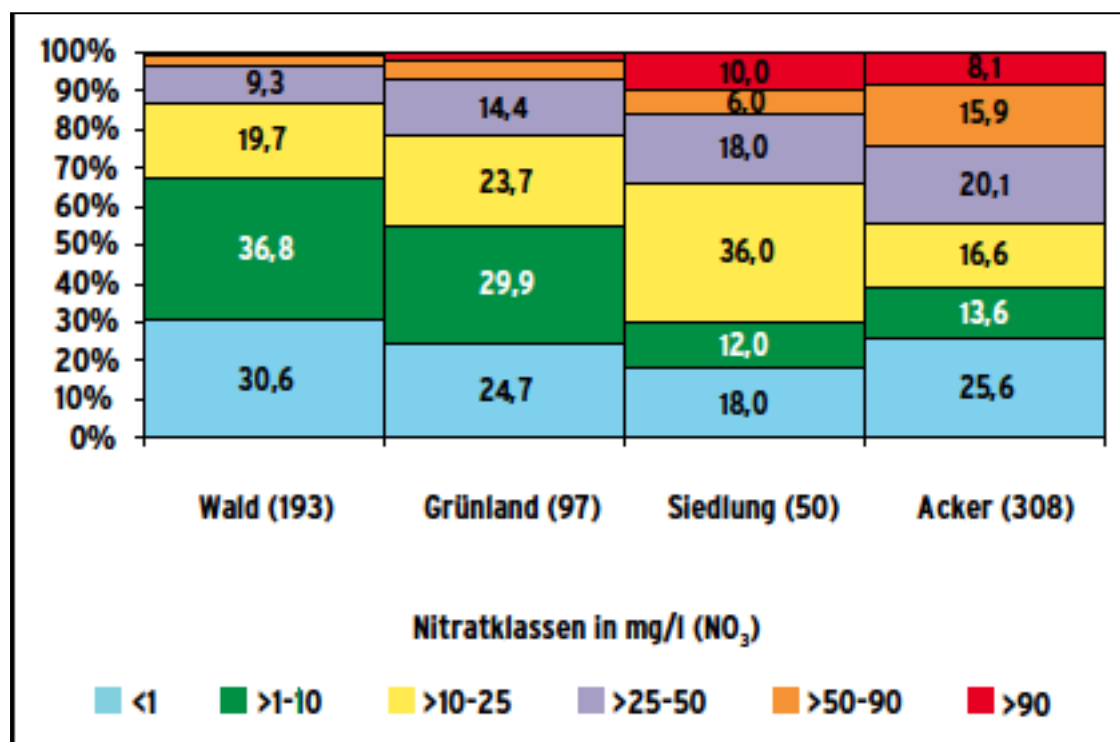
Ebenso kann der Anbau von Zwischen- und Untersaaten die Nitratauswaschung reduzieren (SRU 1985, S. 243). Die Zwischen- und Untersaaten nehmen nach der Ernte der Hauptfrucht den verbleibenden bzw. aus den Ernteresten mineralisierten Stickstoff auf

und konservieren ihn über den Winter (Nitsch, H. et al. 2008, S. 44). 2007 wurden auf insgesamt 880.004 ha Zwischenfrüchte angebaut. Meist handelte es sich um Winterzwischenfrüchte (518.238 ha) (Statist. Bundesamt 2007).

Der Anbau stickstoffbindender Leguminosen kann ebenfalls die Gefahr der Nitratauswaschung erhöhen, wenn eine Freisetzung des gebundenen Stickstoffs zu Zeiten geringen Nährstoffbedarfs der damit zu versorgenden Pflanzen stattfindet (Poetsch, J. 2007, S. 148), z.B. durch den Umbruch von Leguminosen ohne sofort nachfolgenden stickstoffaufnehmenden Pflanzenbestand auf der gleichen Fläche (Poetsch, J. 2007). Die Berücksichtigung des durch Leguminosen fixierten Stickstoffs in der Düngerberechnung, wie sie 1985 vom SRU gefordert wurde, ist mittlerweile durch die Nitratrichtlinie und die Erstellung einzelbetrieblicher Stickstoffbilanzen erfolgt (Cross Compliance).

Der Anteil des Grünlandes hat in den letzten Jahren – zusätzlich beschleunigt durch die Förderung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe (siehe Kapitel 5.3) – beständig abgenommen. Dadurch wächst auch die Gefahr der Nitratauswaschung. So werden nur bei 7% der Messstellen, deren Umfeld von Grünlandnutzung dominiert ist, hohe Nitratbelastungen nachgewiesen, im Gegensatz zu 24% bei Ackernutzung (siehe Abb. 119) (BMU 2010c, S. 19). Die Nitratbelastung von Messstellen im Einzugsbereich von Ackernutzung zeigen signifikant höhere Nitratbelastungen des Grundwassers (Umweltbundsamt 2010c, S. 13).

Abb. 118: Verteilung der Nitratgehalte im Grundwasser, gegliedert nach dominierender Landnutzung im Umfeld von Grundwassermessstellen 2002



Quelle: BMU 2010c, S. 19

Die Gefahr der Auswaschung von Stickstoff besteht vor allem für Nitrat, wenn Wasser durch den Boden sickert. Ist zum Zeitpunkt von Niederschlägen viel Nitrat im Boden, wird dieses mit dem Wasser in tiefere Bodenschichten verlagert (siehe Kapitel 5.2). „In

unserem Klima ergibt sich die höchste Nitratauswaschung im Herbst und in milden, regenreichen Wintern, wenn die Bakterientätigkeit im Boden noch nicht infolge zu niedriger Temperaturen nachgelassen hat und der Pflanzenbedarf an Nährstoffen und Wasser gering ist“ (SRU 1985, S. 241). Aufgrund arbeitswirtschaftlicher Zwänge bzw. baulich bedingter Engpässe (z.B. zu geringe Lagerkapazitäten für organische Dünger) fallen Wachstumszeiten und Ausbringungszeiten der Stickstoffdünger oft auseinander. Daher wurden Sperrfristen für die Ausbringung von Dünger vom 1. November bis 31. Januar auf Ackerland und vom 15. November bis 31. Januar auf Grünland eingeführt (Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen, § 4 Zusätzliche Vorgaben für die Anwendung von bestimmten Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln). Des Weiteren schreibt die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung – VAWs) vor, dass alle Betriebe für die Lagerung von Jauche und Gülle eine Lagerkapazität von grundsätzlich 6 Monaten schaffen müssen. Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser fordert aktuell, sowohl die Sperrfristen als auch die Forderungen an die Lagerkapazität auszuweiten (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2012).

Neben den diffusen Belastungen des Grundwassers mit Stickstoff wurden vom SRU als punktförmige Belastungen die Versickerung von Silagesäften und Restwässern der bäuerlichen Hauskläranlagen genannt (SRU 1985, S. 244). Diese Gefahren wurden seit 1985 eingeschränkt. Zum einen sind die landwirtschaftlichen Haushalte überwiegend an die öffentliche Kanalisation angeschlossen, zum anderen wird die Versickerung von Silagesäften durch Auflagen zum Grundwasserschutz z.B. im Rahmen von Cross Compliance eingeschränkt. Allerdings werden immer noch Unfälle mit den wassergefährdenden Stoffen Jauche, Gülle oder Silagesickersaft festgestellt (siehe Tab. 62).

Tab. 62: Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen 2008 bis 2011

Gegenstand der Nachweisung	Unfälle insgesamt	Dabei				
		freigesetztes Volumen		nicht wiedergewonnenes Volumen		
	Anzahl	m ³	m ³ je Unfall	m ³	% 1	m ³ je Unfall
2008	2 203	25 577,7	12	23 108,1	90	11
und zwar						
Unfälle mit ausschließlich Betriebsstofftanks	1 025	265	0	125	47	0
Unfälle mit Jauche, Gülle, Silagesickersaft	60	2 214,0	37	887	40	15
2009	2 313	7 053,6	3	2 347,9	33	1
und zwar						
Unfälle mit ausschließlich Betriebsstofftanks	1 034	192	0	55	29	0
Unfälle mit Jauche, Gülle,	66	5 256,5	80	1 448,5	28	22

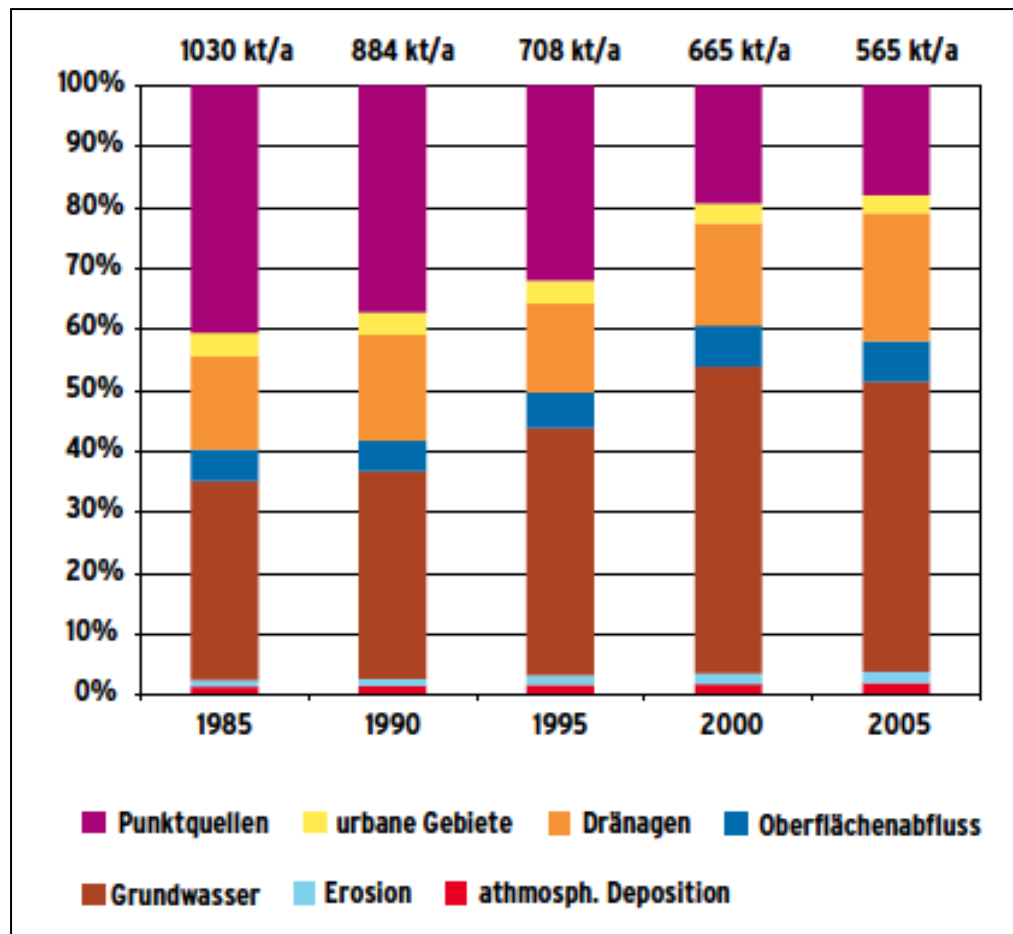
Silagesickersaft						
2010	2 460	24 077,7	10	5 220,0	22	2
und zwar						
Unfälle mit ausschließlich Betriebsstofftanks	1 256	237	0	65	28	0
Unfälle mit Jauche, Gülle, Silagesickersaft	109	19 534,9	179	1 835,2	9	17
2011	2 253	7 450,6	3	3 499,6	47	2
und zwar						
Unfälle mit ausschließlich Betriebsstofftanks	1 013	185	0	45	24	0
Unfälle mit Jauche, Gülle, Silagesickersaft ²	121	3 788,9	31	1 200,8	32	10

1 Anteil am freigesetzten Volumen., 2 Ab 2011: Jauche, Gülle, Silagesickersaft, Gärsubstrat sowie vergleichbare in der Landwirtschaft anfallende Stoffe.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2012e

Die Stickstoffeinträge in Oberflächengewässer haben sich zwischen 1985 und 2005 um 465.000 t/a (45%) vermindert (Umweltbundesamt 2010a, S. 52). An der Mehrzahl der Messstellen zeigt sich eine leichte bzw. deutliche Abnahme der Nitratbelastung. Allerdings verzeichnen 6% der Messstellen auch steigende Werte (Regierung der Bundesrepublik Deutschland 2012, S. 5). Die Reduzierungen sind vor allem auf Rückgänge von Stickstoffeinträgen aus kommunalen Kläranlagen und industriellen Direkteinleitern zurückzuführen (76%). Im Wesentlichen wird Stickstoff heute über das Grundwasser in Oberflächengewässer eingetragen (BMU 2010c, S. 47). Weitere wesentliche Stickstoffeinträge aus dem Bereich der Landwirtschaft sind, wie erwähnt, Erosion, Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen und Dränagen (Umweltbundesamt 2010a, S. 52).

Abb. 119: Stickstoffeinträge aus Punkt- und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland



Quelle: BMU 2010c, S. 48

Direkt in Oberflächengewässer gelangt Stickstoff über durch Niederschläge oder Schneeschmelze bedingte Bodenabschwemmungen. Der SRU gibt 1985 (S. 257) an, dass „10% bis 15% des Stickstoffs in den Gewässern aus unmittelbaren Abschwemmungen“ stammen. Für 2005 wird ein Wert von ca. 6% für Abschwemmungen von vorwiegend landwirtschaftlichen Flächen für den Stickstoffeintrag in die Nordsee angegeben (Umweltbundesamt 2010a, S. 53). Die Ausbringung von Düngern auf schneebedeckten oder gefrorenen Flächen, welche die Abschwemmungsgefahr stark erhöht, ist mittlerweile verboten, und die Ausbringungszeiten wurden beschränkt (Düngeverordnung). Allerdings bewertet die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2012) diese Regelungen als zu unbestimmt und fordert, dass auf Böden, die oberflächlich oder in der Tiefe gefroren sind (Temperatur unter 0°C) kein Dünger ausgebracht werden darf.

Stickstoff kann, wie erwähnt, auch über Erosion in Oberflächengewässer gelangen. Die eingetragene Menge hängt ab vom Stickstoffgehalt des Oberbodens, dem Sedimenteintrag und „einem transportbedingten Stoffanreicherungsfaktor“ (Fuchs, S. et al. 2010, S. 13). Der SRU hat den Stickstoff-Eintrag durch Erosion mit einem jährlichen Bodenabtrag von 1 bis 30 t/ha je nach Stickstoffgehalt des Oberbodens mit 0,3 bis 90 kg/ha*a berechnet (SRU 1985, S. 257) und für die Stickstoffverluste der Böden durch Oberflächenabfluss einen Wert von unter 20 kg/ha*a.

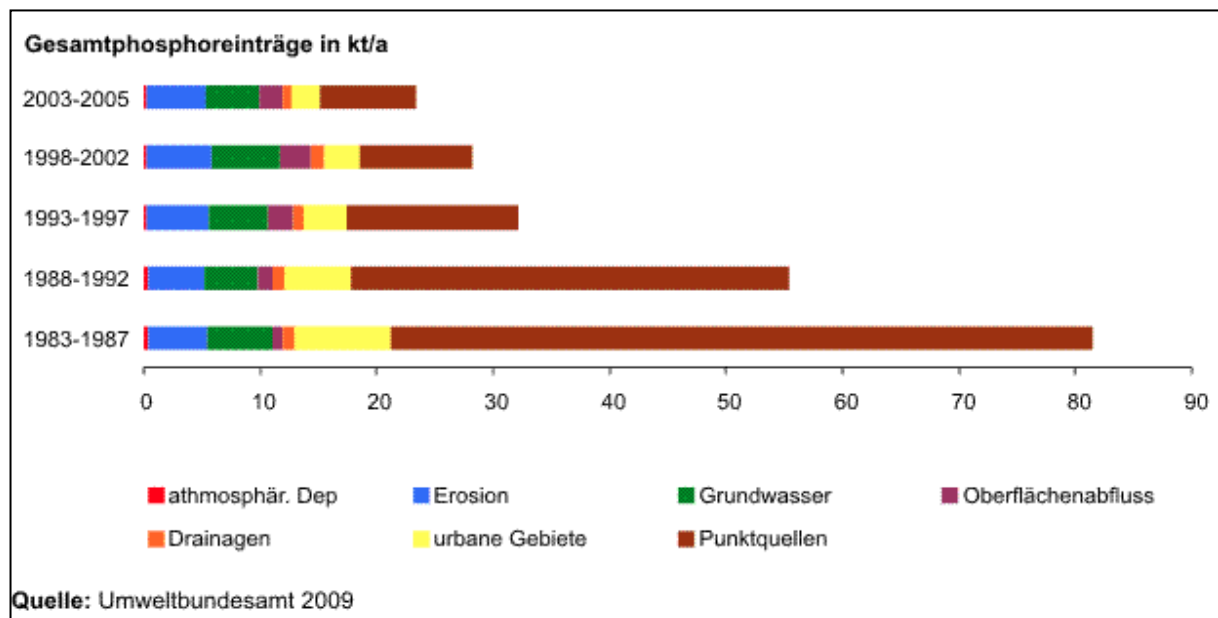
Abschließend ist festzuhalten, dass der Anteil der landwirtschaftlichen Stickstoffeinträge im Vergleich zu 1985 zugenommen hat. Der SRU bezifferte 1985 den Anteil der Landwirtschaft an den Stickstoffeinträgen in Gewässer auf 60-65% (50% aus dem Boden bzw. von landwirtschaftlichen Nutzflächen, 10-15% aus der Tierhaltung; SRU 1985, S. 270). Heute werden der Landwirtschaft „70-80% der gesamten Stickstoffeinträge“ zugeschrieben (BMU 2010c, S. 47). Allerdings hat sich die Gesamthöhe der Stickstoffeinträge reduziert, und auch die landwirtschaftlichen Einträge haben zwischen 1985 und 2005 um etwa 22 % abgenommen (Umweltbundesamt 2010d).

Phosphor

Phosphat wird im Boden im Gegensatz zu Stickstoff stark gebunden, ist damit sehr immobil und wird kaum verlagert (siehe Kapitel 6.2). Die Phosphatdüngung erhöht die Phosphatauswaschung daher kaum, außer auf sauren, sauerstofffreien oder extrem sandigen Böden (BMU 2010d, S. 102) bzw. „in Böden mit geringem Gehalt an phosphatfällenden Ca-, Fe- und Al-Ionen, z.B. in Moorböden“ (Lambrecht et al. 1979 in SRU 1985, S. 256). Wo diese Böden landwirtschaftlich genutzt werden, trägt das Grundwasser bis zu 20% zur Phosphorbelastung der Flüsse und Seen bei. Der wesentlichste Eintragspfad von Phosphor in Oberflächengewässer ist – wie 1985 (SRU 1985, S. 257) – mit 30% der Eintrag durch Abschwemmungen und Erosion in Oberflächengewässer (siehe Kapitel 6.2).

Die Phosphoreinträge in Oberflächengewässer haben sich zwischen 1985 und 2005 um 58.000 t/a (71%) reduziert. Diese Reduktion ist im Wesentlichen auf die Verminderung der Einträge aus Punktquellen (Verbesserung der Kanalisation) zurückzuführen (siehe Abb. 121) (BMU 2010c, S. 48).

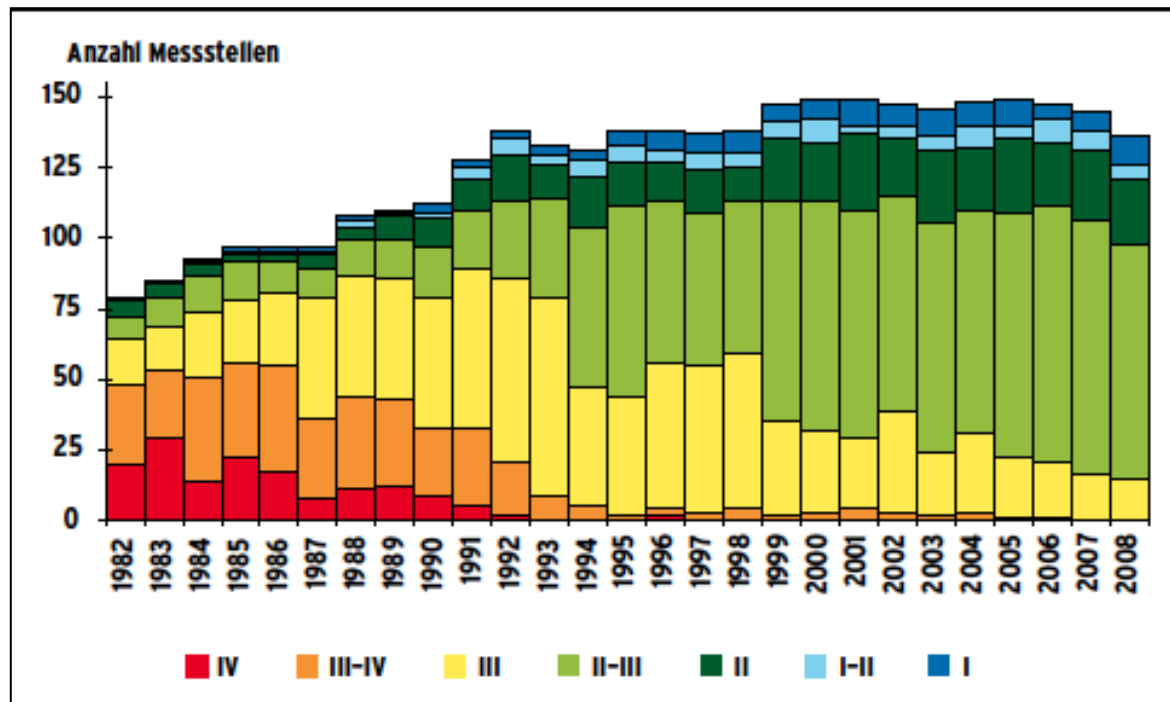
Abb. 120: Phosphoreinträge aus Punkt- und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland



Quelle: BMU 2010c, S. 48

Seit Anfang der 1990er Jahre ist eine Abnahme der Gesamtposphor-Konzentration an den LAWA-Messstellen festzustellen (siehe Abb. 122). Allerdings ist die Phosphor-Konzentration immer noch hoch (BMU 2010c, S. 49).

Abb. 121: Güteklassifikation für Gesamtposphor 1982-2008, LAWA-Messstellen



Quelle: BMU 2010c, S. 49

Der Phosphorüberschuss der Landwirtschaft hat seit 1990 deutlich stärker abgenommen als der Stickstoffüberschuss. Allerdings steigen die Phosphorgehalte in den Böden und damit verbunden die Phosphorausträge immer noch an, da nach wie vor Phosphor im Überschuss von ca. 8 kg/ha und Jahr in die Böden gelangt (Umweltbundesamt 2010c, S. 15; BMU 2010d, S. 102).

Besonders hohe Phosphormengen können durch Abschwemmungen von schneebedeckten oder gefrorenen Ackerflächen oder durch Düngerausbringung unmittelbar vor Starkregen, insbesondere im hängigen Gelände, in Gewässer gelangen. Bei stärkerer Bodenverdichtung können auch von beweideten hängigen Grünlandflächen Tierexkremente abgeschwemmt werden. Der SRU hat für 1985 angegeben, dass „4,6% der Gesamtposphatfracht (Anmerkung: umgerechnet auf Phosphor, siehe SRU 1985, S. 253) der Gewässer der Bundesrepublik Deutschland (...) auf Abschwemmungen von Weiden und Viehtriebwegen sowie auf direkt in die Gewässer abgesetzte tierische Ausscheidungen zurückzuführen“ sind. Dies entsprach damals „mehr als ³ der gesamten Phosphatbelastung (Anmerkung: umgerechnet auf Phosphor, siehe SRU 1985, S. 253) aus dem Bereich der Landwirtschaft“ (SRU 1985, S. 257). Da sich die beweidete Grünlandfläche seit 1993 (siehe Kapitel 5.2.2) ausgedehnt hat, ist weiter davon auszugehen, dass ein Abschwemmungsrisiko für Phosphor aus tierischen Ausscheidungen besteht. Allerdings ist der Anteil stark hängiger Flächen (Weiden mit Almen) seit 1993 rückläufig, was die Abschwemmungsgefahr wiederum vermindert.

Des Weiteren kann Phosphor mit erodierten Bodenpartikeln in Gewässer gelangen. Der Anteil der Erosion am Phosphoreintrag in die Gewässer hat sich seit dem Untersuchungszeitraum 1983-1987 nicht wesentlich verändert (siehe Abb. 120). Fuchs et al. geben aktuell als Wert für die Phosphor-Depositionsrates, „die von der Landnutzung

der betrachteten Fläche abhängig ist“, Werte „im Bereich zwischen 0,3 und 3,0 kg P/ha-a“ an (Fuchs, S. et al. 2010, S. 41).

Insgesamt hat sich der Anteil der Landwirtschaft an den Gesamt-Phosphoreinträgen seit 1985 (wie bei Stickstoff) erhöht. Der SRU gab 1985 den Anteil der Land- und Forstwirtschaft an der Phosphorbelastung der Gewässer mit 17,1% an (SRU 1985, S. 269). Aktuell wird der Anteil der aus der Landwirtschaft stammenden Phosphoreinträge mit etwa 55% der Gesamteinträge beziffert, da die Einträge aus anderen Quellen wesentlich stärker reduziert werden konnten (BMU 2010c, S. 48). Die Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft haben sich hingegen zwischen 1985 und 2005 lediglich um 1% verringert (Umweltbundesamt 2010a, S. 53).

Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel bestehen, im Gegensatz zu Düngemitteln, stets aus Stoffen, die für andere Organismen schädlich oder giftig sind; denn ihr Zweck ist ja die Freihaltung aller landwirtschaftlichen Kulturen von tierischen, pilzlichen oder mikrobiellen Schädlingen sowie von konkurrierenden Organismen, insbesondere „Wild“- oder „Un“kräutern. Da die Anwendung der Pflanzenschutzmittel fast niemals exakt auf diese „Zielorganismen“ ausgerichtet oder beschränkt werden kann und sie dabei auch nicht „verbraucht“ werden, bleiben stets Reste, die in Grundwasser und Oberflächengewässer gelangen und diese unvermeidbar belasten. Wirkung und Ausmaß der Belastung steigen, wenn die Mittel prophylaktisch, also ohne unmittelbaren Anlass ausgebracht oder wenn breit wirksame, lange wirkende Mittel zur Anwendung kommen. Pflanzenschutzmittel-Ausbringung ist also eine intendierte, bewusste „Emission“ lebensschädlicher Stoffe.

Ihre direkten oder indirekten Schad- bzw. Giftwirkungen werden differenziert nach akut toxisch (schon bei einmaliger Aufnahme wirksam) und chronisch toxisch (nach längerer ständiger Aufnahme wirksam) (SRU 1985, S. 266). Zu berücksichtigen ist dabei neben der Wirkung eines einzelnen Pflanzenschutzmittels bzw. seines Wirkstoffes das Zusammenspiel mehrerer Mittel, das nicht leicht zu erfassen ist.

Laut SRU waren 1985 320 Wirkstoffe und 1.800 Pflanzenschutzmittel zugelassen (SRU 1985, S. 267). Diese Zahl hat sich seitdem (Stand 2011) auf 258 Wirkstoffe und 691 Pflanzenschutzmittel vermindert (siehe Tab. 63). Dabei wurden auch die gezielt und kurz wirkenden Mittel bevorzugt, die weniger Rückstände hinterlassen.

Tab. 63: Zahl zugelassener Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mittel	1130	975	928	785	689	665	679	658	623	629	644	691
Wirkstoffe ²⁾	276	273	269	248	248	245	262	257	252	255	249	258

2) Seit 2005 sind Synergisten und Safener nicht mehr den Wirkstoffen zugerechnet.

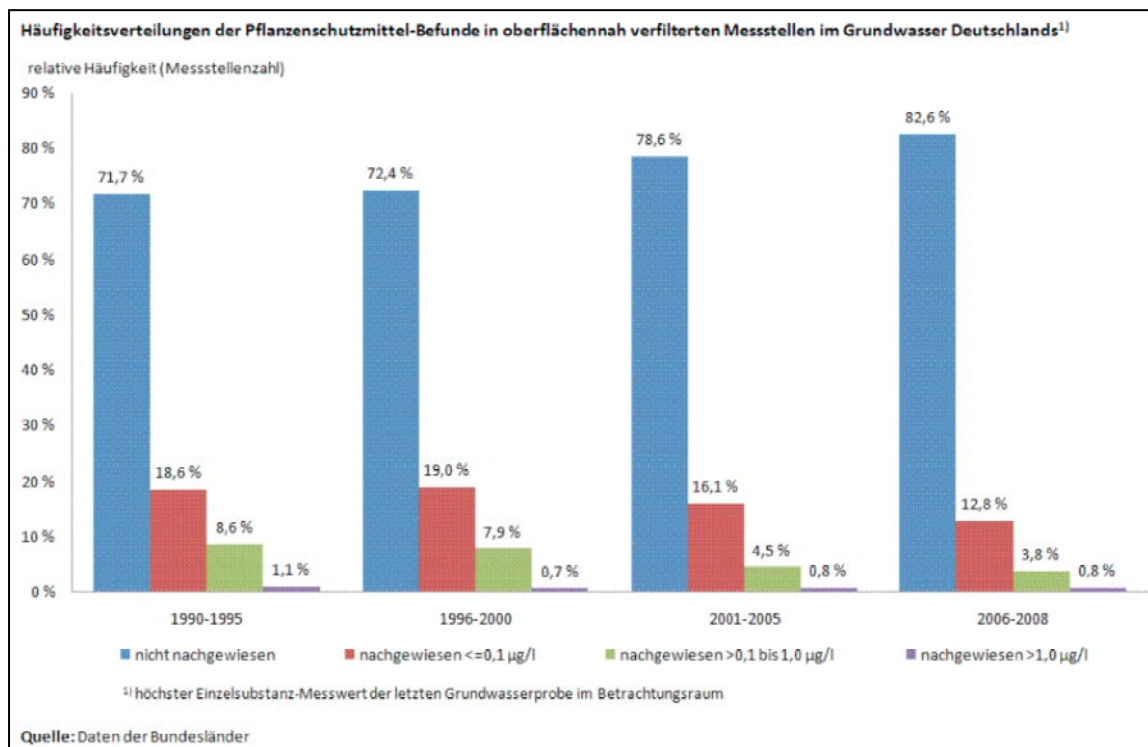
Quelle: Umweltbundesamt 2012I

Seit 1989 wird die Belastung des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln (PSM) und deren Metaboliten systematisch überwacht (BMU 2008, S. 54), wobei allerdings nur 38 wasserwirtschaftlich bedeutende Pestizide nach den LAWA-Zielvorgaben (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) berücksichtigt werden (Umweltbundesamt 2010d). Die

zulässige Konzentration von Pflanzenschutzmitteln beträgt für einzelne Stoffe 0,1 µg/l und für mehrere Stoffe 0,5 µg/l (Richtlinie 98/83/EG zur Trinkwasserqualität). Diese zulässigen Grenzwerte haben sich seit 1985 nicht verändert (SRU 1985, S. 245).

An den Messstellen der LAWA traten zwischen 2008 und 2010 bei 13 Pestiziden „vereinzelte Überschreitungen der Zielvorgaben auf“, während für 24 Pestizide keine Überschreitungen festgestellt wurden (Umweltbundesamt 2012h). Im Untersuchungszeitraum 2006 bis 2008 wurden an 4,7% der Messstellen die Grenzwerte überschritten (BMU 2010c, S. 21).

Abb. 122: Häufigkeitsverteilung der PSM-Befunde in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt 2011f

Zwar hat sich die Anzahl der Messstellen, an denen der Grenzwert überschritten wird, reduziert, doch sind diese Befunde in erster Linie auf die „abnehmenden Fundzahlen von Atrazin, Desethylatrazin und einigen wenigen anderen Wirkstoffen und deren Metaboliten zurückzuführen“, die seit Jahrzehnten verboten sind (BMU 2010c, S. 20).

In einigen landwirtschaftlich geprägten Bächen konnten Belastungsspitzen mit Pestiziden nachgewiesen werden, und daher wird angenommen, dass diese mit ihren negativen Auswirkungen auf empfindliche Wasserinsekten häufiger auftreten (Umweltbundesamt 2010a, S. 57).

Der SRU sah für den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer aus der Landwirtschaft folgende Ursachen (SRU 1985, S. 268):

- fahrlässiges Handeln (Ablassen von Spritzbrühe, unsachgemäßes Auswaschen von Geräten und Behältern, fahrlässiger Umgang mit Restmengen,

Verpackungsmaterialien, Einleitung aus den Gehöften in das kommunale Kanalnetz oder in Sickergruben)

- Austrag über Dränsysteme
- Abschwemmung durch Wassererosion z.B. in erosionsgefährdeten, flurbereinigten Lagen bzw. erosionsbegünstigenden Kulturen (Mais, Wein, Rüben)
- Verwehung rückstandshaltiger Bodenpartikel durch Winderosion
- Verdunstung
- gezielte Einbringung bei chemischer Grabenentkrautung.

Der SRU klassifiziert 1985 „unsachgemäße Lagerung, Spritzbrühen- und Verpackungsbeseitigung, Gerätereinigung und dergleichen“ als die wesentlichsten Quellen der Gewässerbelastung mit Pflanzenschutzmitteln (SRU 1985, S. 248). Die Reinigung von Spritzen und anderen Geräten wird auch heute noch als Belastungsursache genannt (BMU 2010d, S. 102). Ebenso kommt es in einigen Fällen auch immer noch zu „direkten Einleitungen (...) bis zu 90 % der Wirkstofffracht in einem Gewässer“ (Bayer. Landesamt für Umwelt 2008a, S.1.). Weitere wesentliche Quellen der Pflanzenschutzmittelverlagerung in Gewässer sind, wie schon vom SRU 1985 genannt, die Abdrift (Verwehung während der Applikation), Erosion (besonders bei Reihenkulturen), Abschwemmungen, Verflüchtigungen/Verdunstung (Depositionen über die Luft) und die Passage über den Boden oder über Dränagesysteme in das Grundwasser. Der Anteil der Abdrift kann bei Frühjahrsspritzungen in Obstkulturen bei deutlich über 10 % der Ausbringmenge liegen, hingegen werden „aus Getreide- oder Gemüsefeldern lediglich geringe Mengen ausgetragen (deutlich unter 1 %)“ (Bayer. Landesamt für Umwelt 2008a, S.1). Durch Verflüchtigung/Verdunstung können in benachbarten Flächen „bis zu 10% der in den behandelten Kulturpflanzen nachgewiesenen Konzentrationen enthalten“ sein (Bayer. Landesamt für Umwelt 2008a, S.1).

Schwermetalle/Metalle

Schwermetalle gelangen zum einen aus dem landwirtschaftlichen Bereich über organische und mineralische Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Klärschlämme, Müllkomposte und Futterzusätze, andererseits auch allgemein über die Luft und Abwässer in die Gewässer (SRU 1985, S. 265). „Infolge der atmosphärischen Deposition und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Düngung) kommt es langfristig zu einer Anreicherung von Schwermetallen in Ackeroberböden“ (Fuchs, S. et al. 2010, S. 56). Tab. 64 zeigt die Schwermetallfrachten, die seit 1985 auf die landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands gelangen.

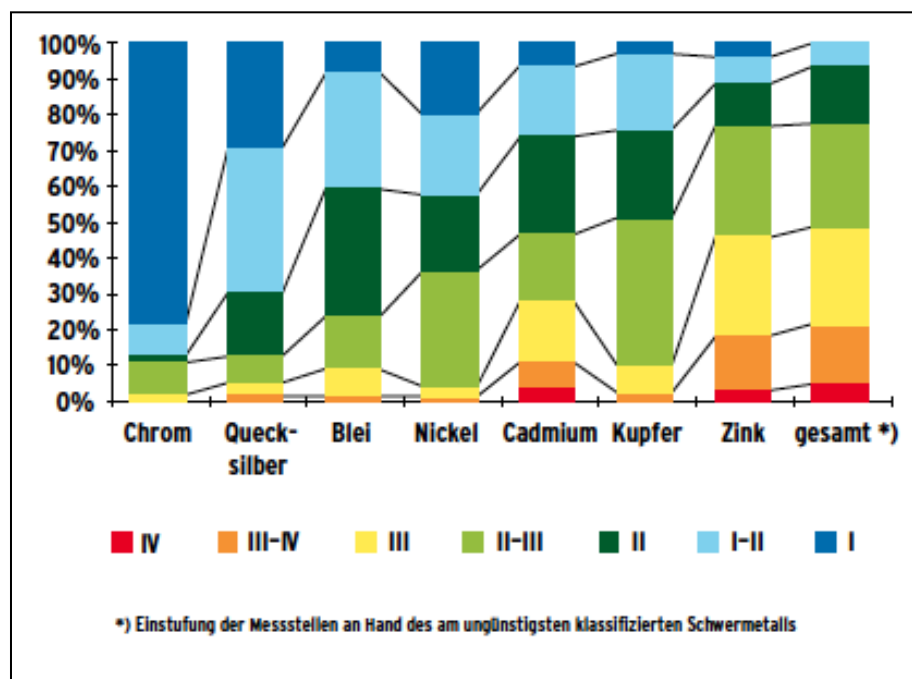
Tab. 64: Schwermetallfrachten in Mineraldüngern, Wirtschaftsdüngern und Klärschlämmen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen Deutschlands

in kg/a	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Mineraldünger							
1985	32.601	2.054.372	207.905	604	211.483	205.910	976.605
1995	18.495	357.502	99.985	348	77.495	133.771	659.920
2000	19.956	358.040	118.584	418	97.388	157.116	752.784
2005	14.388	262.739	95.158	322	79.197	127.156	571.541
Wirtschaftsdünger							
1985	11.406	412.541	3.317.305	1.484	234.838	244.838	12.271.769
1995	8.421	305.853	2.301.275	1.104	182.110	182.110	8.763.427
2000	8.133	293.630	2.342.332	1.057	175.058	175.058	8.720.964
2005	7.342	262.798	2.263.611	944	157.010	157.010	8.193.899
Klärschlamm							
1985	3.657	84.998	318.649	2.440	42.395	146.594	1.313.611
1995	1.711	48.679	253.960	1.550	27.808	78.914	876.349
2000	1.057	34.723	206.825	755	17.361	47.555	610.663
2005	879	28.887	172.069	628	14.444	39.563	508.043

Quelle: Fuchs, S. et al. 2010, S. 60

Im Boden sind Schwermetalle fest gebunden und nur gering auswaschungsgefährdet.

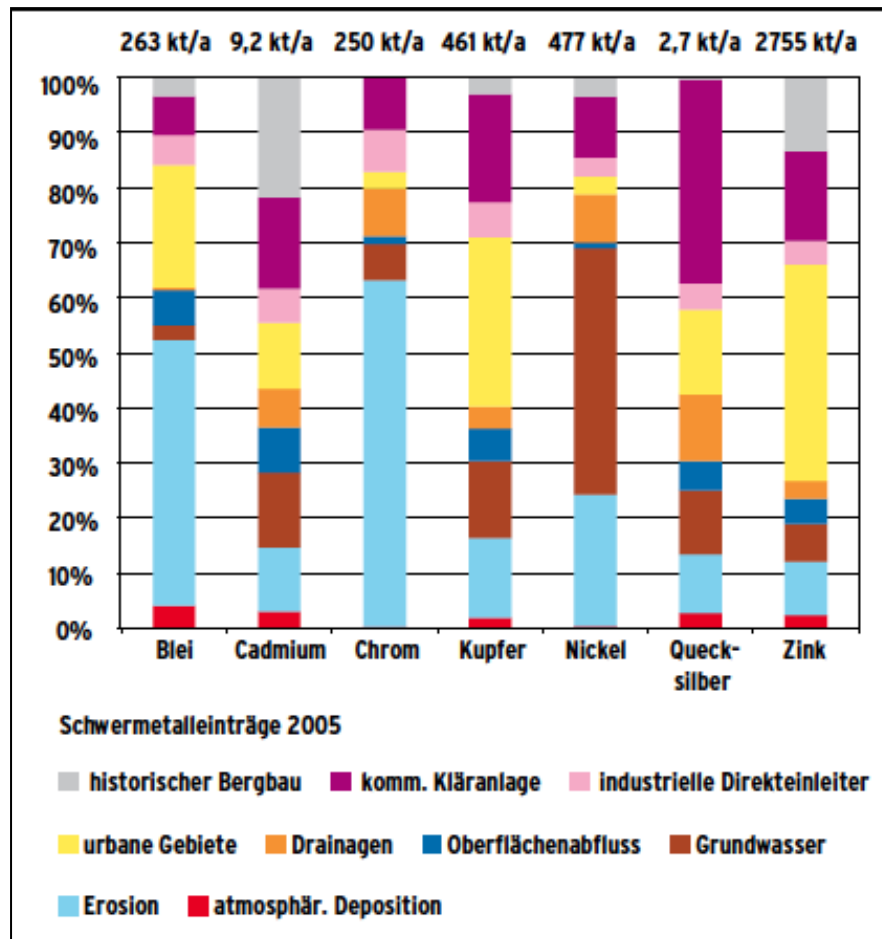
Abb. 123: Güteklassifikation für Schwermetalle im Schwebstoff 2008



Quelle: BMU 2010c, S. 53

Seit 2005 dominiert der Eintrag von Schwermetallen über diffuse Quellen (Erosion, Grundwasserzufluss und urbane Flächen) (BMU 2010c, S. 50). Der Beitrag der Erosion sowie von Abschwemmungen und Dränagenabfluss aus landwirtschaftlichen Flächen wird dabei für 20 bis 40% der Schwermetalleinträge in Oberflächengewässer verantwortlich gemacht (Umweltbundesamt 2010c, S. 15)

Abb. 124: Schwermetalleinträge 2005 aus unterschiedlichen Quellen in Oberflächengewässer



Quelle: BMU 2010c, S. 50

Zu den Schwermetallen gehört auch das wegen der Radioaktivität gefährliche Uran, das über die Düngung in den Boden und damit die Gewässer gelangen. Insbesondere mineralische Phosphatdünger sind je nach Herkunft des Rohphosphates mit Uran belastet (Dienemann, C. & Utermann, J. 2012, S. 13). Auch organische Dünger wie Klärschlamm und Stallmist können Uran enthalten. So wurde auf ackerbaulich genutzten Böden „eine mittlere Anreicherung von 0,15 mg Uran/kg nachgewiesen (Dienemann, C. & Utermann, J. 2012, S. 15). Das mit der Düngung in den Boden gelangende Uran kann mit dem Sickerwasser in das Grundwasser verlagert werden, so dass „in oberflächennahen Grundwässern sandiger Substrate unter Acker im Vergleich zu Forst im Mittel 2-fach erhöhte Urankonzentrationen“ nachgewiesen wurden, „allerdings in einem Konzentrationsbereich < 10 µg/L“ (Utermann et al., 2009 in: Dienemann, C. & Utermann, J. 2012, S. 17). Es ist aber darauf hinzuweisen, dass viele Grund- und Oberflächengewässer aus geologischen Gründen Uran in Konzentrationen von bis zu 20 µg/l enthalten (Dienemann, C. & Utermann, J. 2012, S. 6f.).

Auch für den Eintrag von Schwermetallen in Oberflächengewässer gilt, dass der Anteil anderer Schadstoffquellen wie der Industrie in der Vergangenheit stark reduziert wurde. Der relative Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtbelastung hat damit zugenommen (Umweltbundesamt 2010c, S. 15).

Arzneimittel

Ergebnisse von Messprogrammen zeigen, dass weltweit Rückstände von Arzneimittel-Wirkstoffen in die Umwelt, vor allem in die Gewässer gelangen und dort gefunden werden.⁷ Arzneimittel-Wirkstoffe sind oft schlecht abbaubar und mobil, viele Stoffe werden zudem vom menschlichen Körper unverändert wieder ausgeschieden. So gelangen alljährlich viele Tonnen Humanarzneimittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte mit dem Abwasser über die Kläranlagen in die Oberflächengewässer, denn viele Wirkstoffe werden auch in Kläranlagen nur wenig zurückgehalten. Tierarzneimittel werden überwiegend mit Mist und Gülle, die als Dünger verwendet werden, in die Umwelt eingetragen. Rückstände von Arzneimitteln werden inzwischen nahezu flächendeckend und ganzjährig in Fließgewässern, aber auch in Boden- und Grundwasserproben gefunden. Bislang wurden etwa 150 verschiedene Arzneimittel-Wirkstoffe in der Umwelt, vor allem in Gewässern, nachgewiesen. Hier werden für viele Wirkstoffe regelmäßig Konzentrationen im Bereich von 0,1 bis 1 Mikrogramm pro Liter, in seltenen Fällen aber auch von mehreren Mikrogramm pro Liter gemessen (UBA 2013).

Mikroorganismen

Die Wasserqualität wird des Weiteren auch durch „seuchenhygienisch bedenkliche[n] Mikroorganismen wie spezielle[n] Bakterien, Sporen, Pilzen und Viren“ negativ beeinflusst. 1985 identifizierte der SRU als Hauptquellen dieser Stoffe vor allem die Einleitung von Jauche und Gülle in Fließgewässer (SRU 1985, S. 263). Die Belastung der Gewässer mit diesen Mikroorganismen hat seit 1985 zwar zugenommen; am Vorkommen pathogener Mikroorganismen, welche die Badewasserqualität der Gewässer maßgeblich beeinflussen, zeigt sich jedoch, dass die Grenzwerte an einer zunehmenden Zahl (98% bei Küstengewässern, 95% bei Binnengewässern) von Messstellen eingehalten werden (vgl. Abb. 126 und 127).

⁷ UBA (2014): Arzneimittel in der Umwelt sind eine globale Herausforderung. Unter: <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/arzneimittel-in-der-umwelt-sind-eine-globale>

Abb. 125: Badewasserqualität an den Küsten Deutschlands 1992 bis 2011

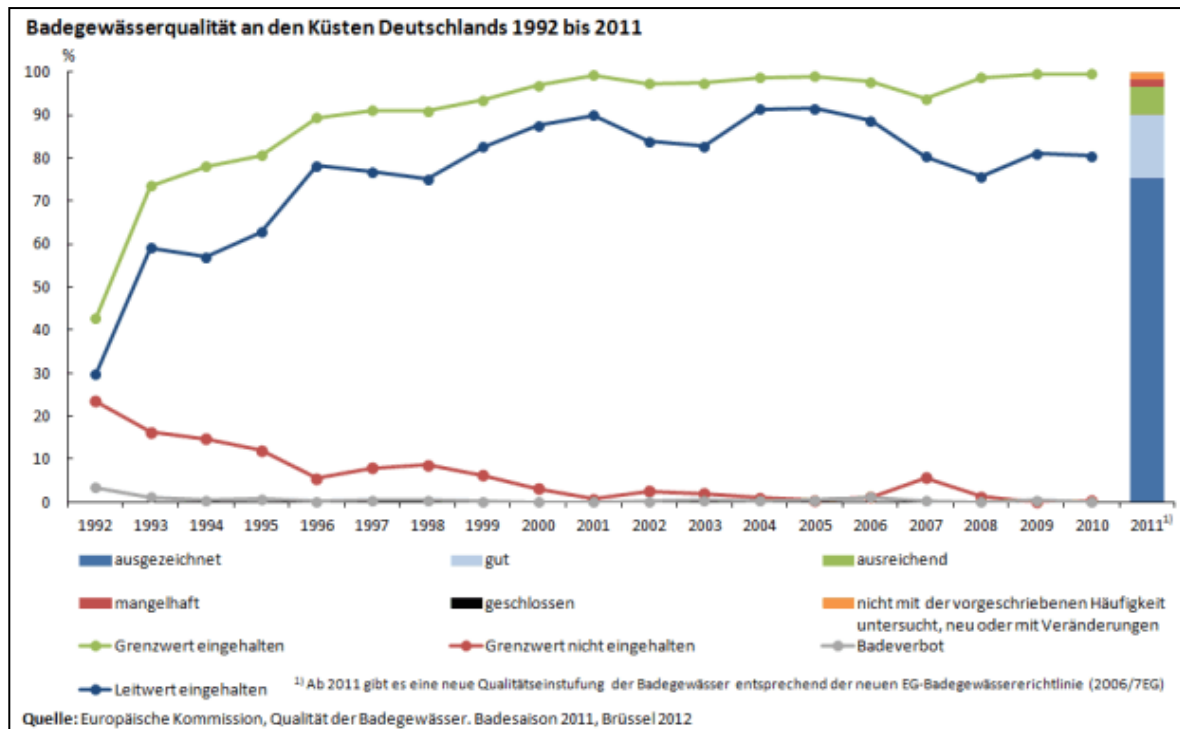
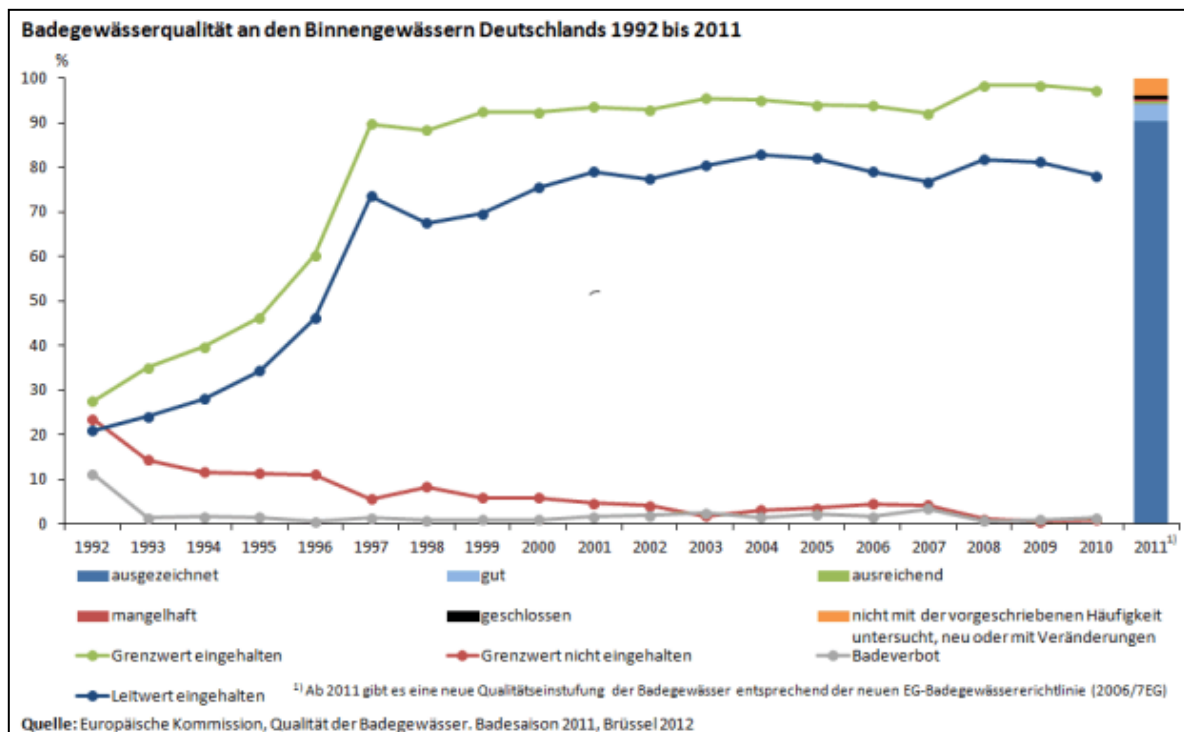


Abb. 126: Badewasserqualität an den Binnengewässern Deutschlands 1992 bis 2011



Quelle: Umweltbundesamt 2012i

Mineralöle

„Eine weitere Gefährdung der Oberflächengewässer“ sah der SRU 1985 in der Verwendung von Mineralölen, z.B. Diesel- und Heizöl, in landwirtschaftlichen Maschinen und Betrieben. Die Gefahr von Unfällen mit diesen wassergefährdenden Stoffen wurde seitdem durch die Umsetzung von Cross Compliance und der Grundwasserrichtlinie eingeschränkt, welche u. a. die Dichtigkeit von Behältern und Bodenplatten bei Hoftankstellen vorschreibt.

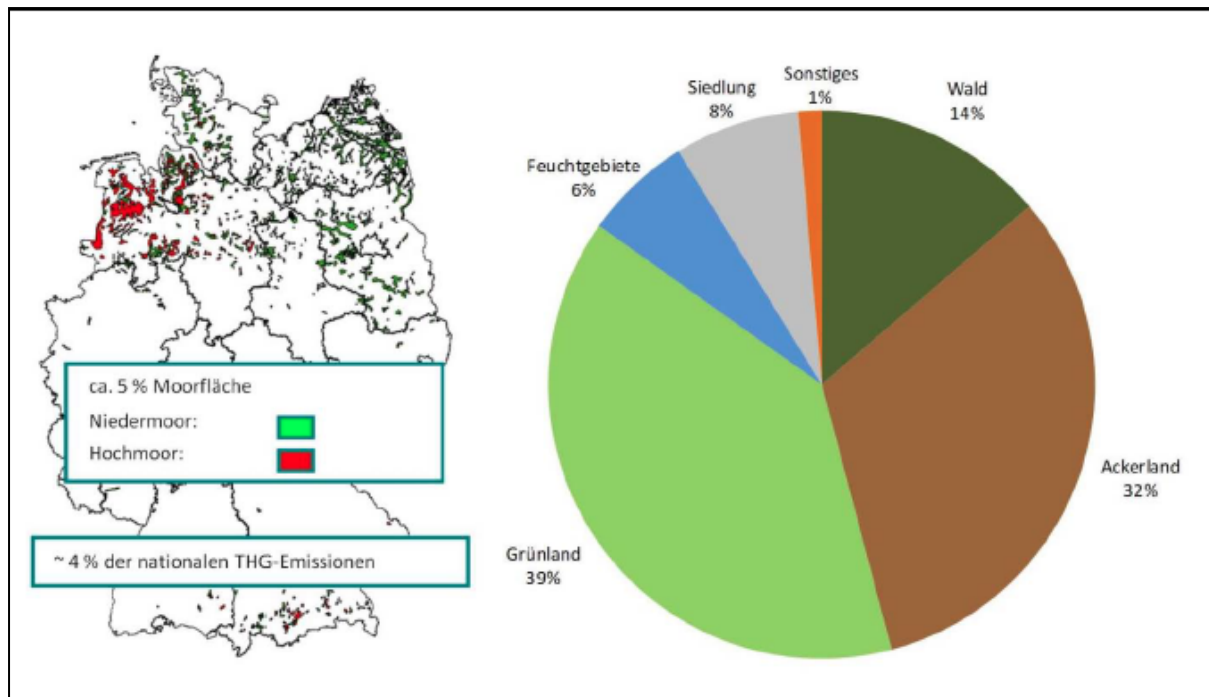
Wasserbauliche Belastung

Die Landwirtschaft beeinflusst die Gewässer auch über wasserbauliche Maßnahmen. Hierzu zählen vor allem die Begradigung und Verrohrung von Bächen, die Verbauung von Ufern, die Anlage von Hochwasserschutzbauwerken, die Veränderung von Bach- und Flussbetten, die Durchführung von Entwässerungsmaßnahmen (Dränierung) und die Beseitigung von Feuchtbiotopen (Umweltbundesamt 2010a, S. 59; SRU 1985, S. 231). Diese Maßnahmen können die Funktionen der Gewässer beeinträchtigen sowie zu ökologisch nachteiligen Grundwasserabsenkungen und Lebensraumverlusten führen (SRU 1985, S. 231).

Durch die Dränierung wurden Flächen für die Landwirtschaft (wirtschaftlich) nutzbar gemacht, die von Natur aus dafür nicht geeignet waren. Dies hat deutliche Auswirkungen nicht nur auf den örtlichen oder regionalen Wasserhaushalt, sondern auch auf die Treibhausgasbilanz der dränierten Flächen (siehe Kap.5.3.2 und 6.3.4). So fördern naturnahe Moore „den saisonalen Wasserrückhalt in der Landschaft, puffern das regionale Klima, dienen als Speicher für Kohlenstoff und teilweise als Puffer für Nährstoffe (...) und stellen Lebensraum für besonders empfindliche, seltene Pflanzen und Tiere“ (Drösler et al. 2011, S. 1). Durch die Dränierung der Standorte gehen diese Umwelt- und Speicherleistungen weitgehend verloren (Drösler, M. et al. 2011, S. 1). Besonders die Nutzung von Moorflächen als Ackerland hat negative Auswirkungen auf die genannten Leistungen. Diese Zusammenhänge waren bei der Erstellung des SRU-Gutachtens 1985 noch kaum bekannt.

Von den 18.000 km² Moorflächen Deutschlands werden 71% landwirtschaftlich genutzt (Drösler, M. et al. 2011.). Das bedeutet, dass 8% der „gesamten landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland (...) auf Moorböden“ liegen (SRU 2012, S.5). 32% der Moorflächen werden als Acker und 39% als Grünland genutzt (siehe Abb. 128).

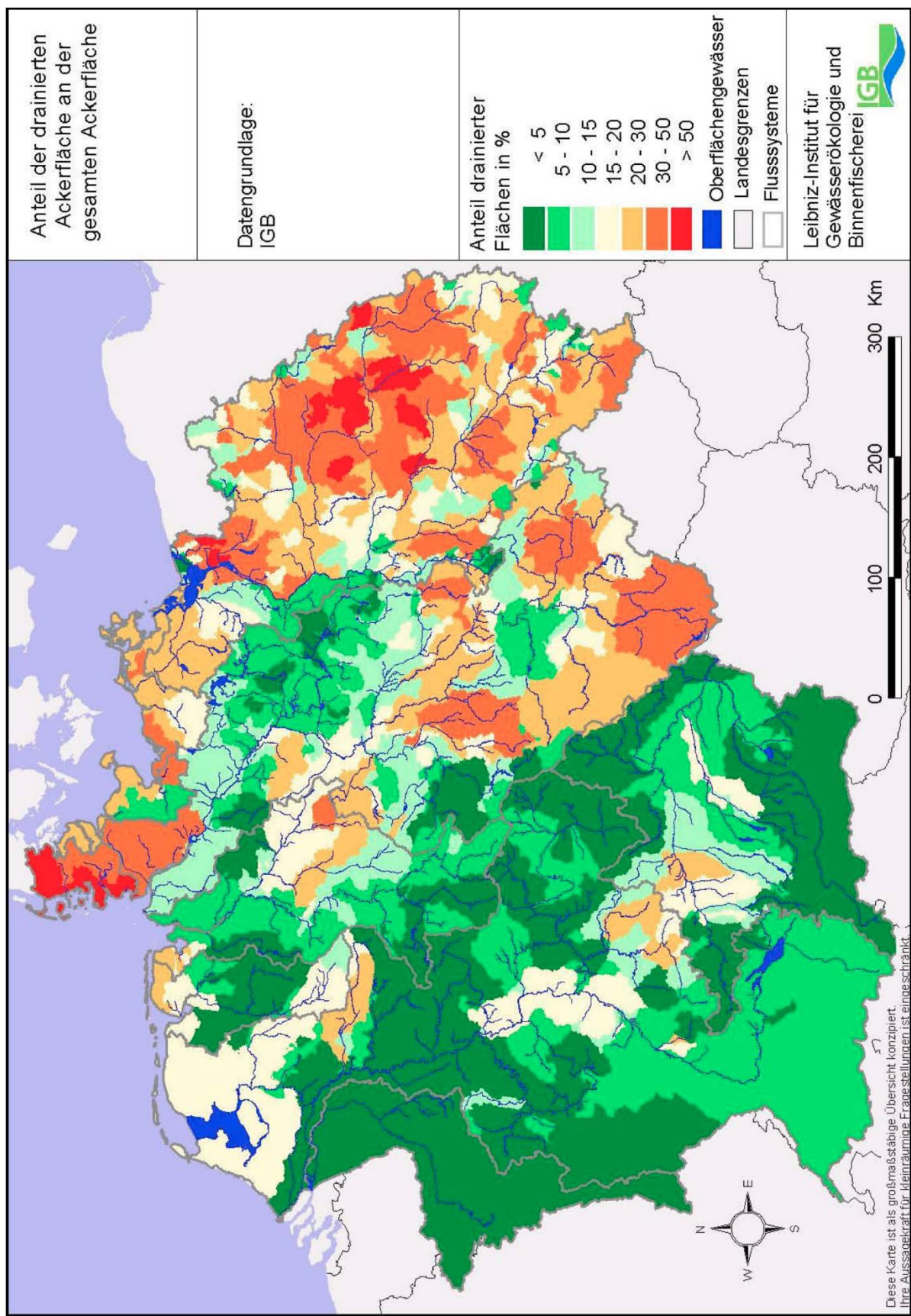
Abb. 127: Moorflächen in Deutschland



Quelle: SRU 2012, S. 245

Neben Mooren werden aber auch weitere Flächen drainiert. So gehen Fuchs et al. davon aus, dass „zum überwiegenden Teil (im Mittel 78 %) vernässte Bodenstandorte gedränt werden“, vor allem auf staunassen Tieflehm- und Lehmstandorten (Fuchs, S. et al. 2010, S. 26). Einen Überblick über die regionale Verteilung drainierter Flächen gibt Abb. 130. Für die Berechnung der mit dem Drainagewasser verlagerten Stoffe wird davon ausgegangen, dass „50 % der Winter- und 10 % der Sommerniederschläge über Dränagen abfließen. Dieser Ansatz berücksichtigt die regionalen Unterschiede in der Niederschlagsverteilung“ (Fuchs, S. et al. 2010, S. 26)

Abb. 128: Anteil der drainierten Ackerflächen



Quelle: Fuchs, S. et al. 2010, S. 27

Aber auch in weiteren Agrargebieten wurden umfangreiche „Ausbaumaßnahmen gerade an den kleinräumigen Gewässersystemen“ durchgeführt, um den Grundwasserstand auf den landwirtschaftlichen Flächen abzusenken (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 8). „Im Interesse einer vereinfachten Unterhaltung der Gewässer und einer maschinengerechten Gestaltung landwirtschaftlicher Flächen wurden dabei Gewässerquerschnitte und Linienführungen der Gewässer nahezu ausschließlich nach technischen Gesichtspunkten umgestaltet“ (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 1996, S. 8).

Das Flurbereinigungsgesetz erlaubt die Veränderung natürlicher Gewässer (§37, Abs. 3), wobei ein entsprechender Gewässerplan mit landschaftspflegerischem Begleitplan vorgeschrieben ist (§41, Abs. 1). Tab. 65 gibt einen Überblick über die 2010 durchgeführten wasserbaulichen Maßnahmen im Rahmen der Bodenneuordnung.

Tab. 65: Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Bodenordnung

Land	Gewässer					
	Gräben 2)		Renaturierung von Fließgewässer n	Seen, Teiche, Weiher, Rückhaltebecken u.a. flächenhafte Gewässer		Maßnahmen zur Beseitigung bodenstrukturell er Nachteile 3)
	ange-legt	be-seitigt				
	km	km	km	Anzahl	ha	ha
BW	6,0	-	-	8,0	1,0	86,0
BY	15,9	3,0	8,6	32,0	4,6	17,7
BE	-	-	-	-	-	-
BB	-	-	-	-	-	3,4
HB	-	-	-	-	-	-
HH	-	-	-	-	-	-
HE	1,0	0,1	2,1	1,0	0,1	0,6
MV	-	-	0,7	12,0	2,1	-
NI	6,7	5,5	2,4	4,0	0,8	37,6
NW	-	-	-	2,0	0,3	-
RP	2,6	-	0,8	29,0	6,1	104,3
SL	-	-	3,0	-	-	100,0
SN	1,1	-	-	6,0	2,3	-
ST	0,4	-	0,4	-	-	-
SH	1,0	0,9	-	13,0	0,5	-
TH	1,0	-	2,0	-	-	-
D	35,8	9,5	19,9	107,0	17,8	349,6

- 2) Ohne Wegeseitengräben. - 3) Mechanische Arbeiten zur Brechung von Ortstein, Ocker, Bleich- oder sonstigen Störhorizonten.

Quelle: BMELV 2013f

Auch der Verlust an Auen mit ihren vielfältigen Funktionen (u. a. Hochwasserschutz) ist teilweise auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen. So werden 46% der rezenten Auen als Grünland bewirtschaftet, und von den Altauen werden ca. 50% als Acker genutzt; der Anteil der Feuchtgebiete in den Auen liegt bei nur noch 1% (Altauen) bis 2% (rezente Auen). Der Großteil der Auen (54%) wird als stark bzw. sehr stark verändert bewertet; nur 10% der Auen werden noch als naturnah eingestuft (alle Angaben nach BMU 2009, S. 10-12; vgl. auch DRL 2009). In Bezug auf den Hochwasserschutz können aktuell nur noch ca. ein Drittel „der ehemaligen Überschwemmungsflächen von Flüssen bei großen Hochwasserereignissen überflutet werden“ (BMU 2009, S. 4).

6.7.4 Zusammenfassende Bewertung

Die Gewässergütesituation hat sich in den letzten Jahren teils zwar verbessert, jedoch ist die Situation nicht zufriedenstellend (BMU 2010d, S. 102), und die Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie werden bisher vielfach nicht erreicht.

Gleiches gilt für die Anforderungen der Nitratrichtlinie. Die EU hat daher im Oktober 2013 ein Mahnverfahren gegen Deutschland eingeleitet wegen unzureichender Umsetzung der Nitrat-Richtlinie. Sie kritisiert dabei vor allem, dass der gute Zustand nicht flächendeckend erreicht wird und auch kein wesentlicher Trend zur Verbesserung erkennbar ist (Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Berichtszeiträumen, Grundlage: Ergebnisse der Messungen aus dem Belastungsmessnetz). Kritisiert wird weiterhin, dass, obwohl der Bundesregierung diese Umstände bekannt waren, sie keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen oder eingeleitet hat, wonach sie gemäß RL verpflichtet gewesen wäre. Die BR hat entgegnet und eine umfassende Revision der Dünge-VO bis Ende 2014 angekündigt. Eine Reaktion der KOM auf dieses Schreiben steht bislang aus. Eine Klage vor dem Europäischen Gerichtshof ist jedoch zu erwarten.

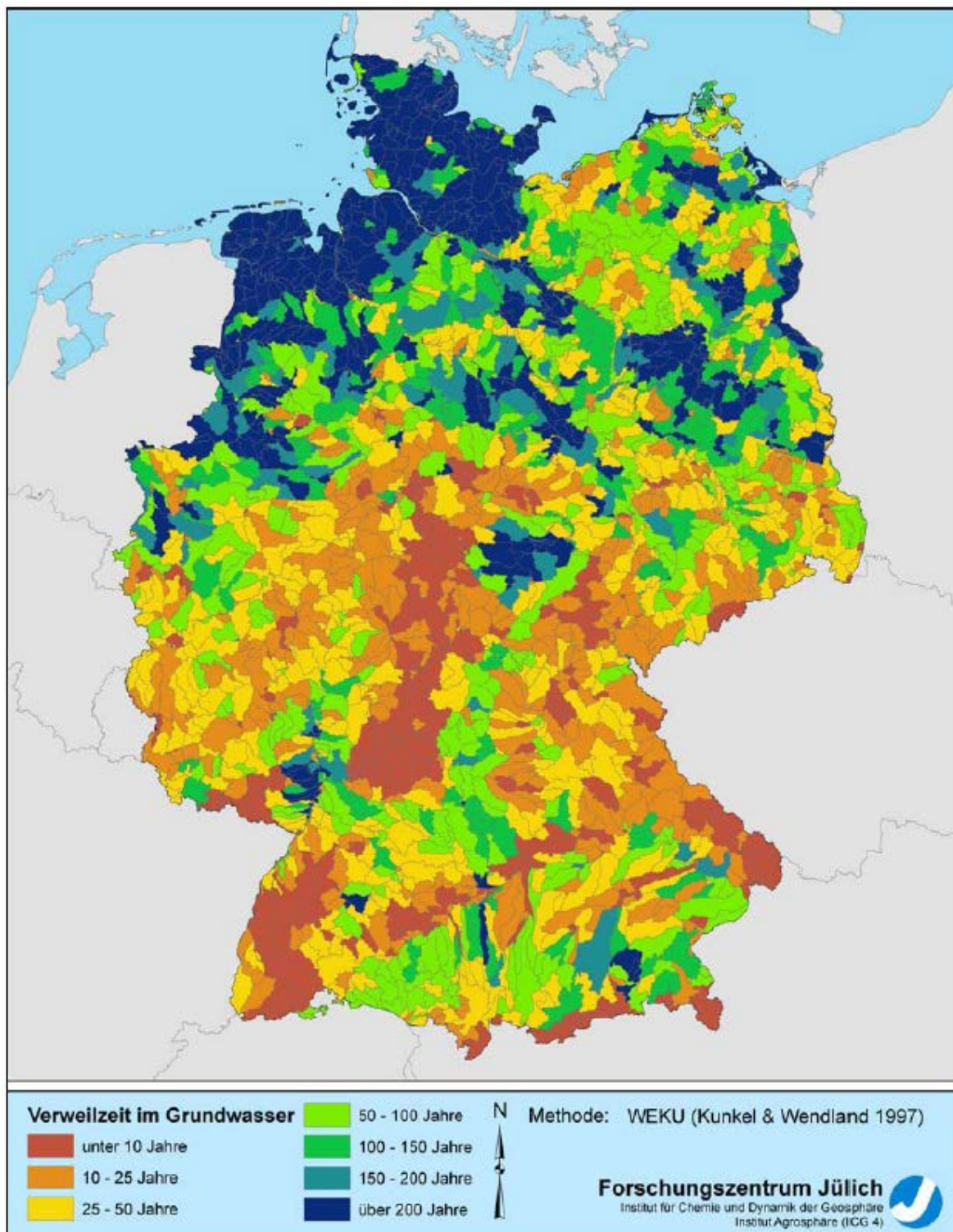
Die Reduktionen des Eintrags von Schadstoffen in die Gewässer sind insbesondere auf abnehmende Einträge aus Punktquellen wie Einleitungen aus der Industrie oder Kläranlagen zurückzuführen. Die Einträge aus der Landwirtschaft sind hingegen nur geringfügig zurückgegangen, so dass sich der relative Anteil der landwirtschaftlichen Einträge gegenüber 1985 erhöht hat. So werden die Verunreinigungen des Grundwassers nahezu ausschließlich auf landwirtschaftliche Quellen zurückgeführt (Umweltbundesamt 2010c, S. 17; BMU 2010d, S. 102), und auch in Bezug auf die Belastung der Oberflächengewässer ist die Landwirtschaft über die Eintragspfade des Grundwassers, Dränagen, Erosion und Oberflächenabfluss maßgeblich für die Belastungssituation verantwortlich.

Die seit 1985 erzielten Erfolge deuten immerhin an, dass zukünftig mit weiteren Verbesserungen zu rechnen ist. Ursächlich hierfür ist das lange „Gedächtnis“ von Gewässern, so dass mit Belastungsänderungen z.B. in Rhein und Elbe erst in 20 bis 30 Jahren gerechnet wird (BMU 2010d, S. 101f.). Zur Berücksichtigung der Verweilzeit wurden von Kunkel et al. (2007) die in Abb. 131 dargestellten Werte ermittelt. Allerdings ist der Input landwirtschaftlicher Produktionsmittel wie Dünge- und Pflanzenschutzmittel weiterhin hoch, und insbesondere die Ausdehnung des Biomasseanbaus – der 1985 noch nicht absehbar war – ist mit hohen Einsätzen dieser Stoffe verbunden (siehe Kap. 5.3.4). Ebenso hat sich die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen durch den Umbruch von

Grünland oder die Dränierung von Flächen weiterhin zu Ungunsten des Grundwasser- und Gewässerschutzes entwickelt. Zwar wurde seit 1985 eine Reihe von Gesetzen und Auflagen zum Schutz der Gewässer erlassen, allerdings ergeben sich in Bezug auf die Landwirtschaft weiterhin Gefährdungspotentiale, die nicht oder unzureichend geregelt sind. So werden bspw. in der Berechnung von Stickstoffüberschüssen die Ammoniak-Emissionen im Stall und bei der Ausbringung nicht berücksichtigt, und auch die „gute fachliche Praxis“ beinhaltet zwar eine Vielzahl von Empfehlungen, ist aber für den Anwender nicht rechtsverbindlich (BMU 2010d, S. 104).

Abschließend lässt sich feststellen, dass der Schutz der Gewässer seit 1985 auf verschiedenen Ebenen stark vorangetrieben worden ist und wesentliche Verbesserungen der Belastungssituation erreicht werden konnten. Der landwirtschaftliche Anteil an der Belastung der Gewässer hat jedoch seit 1985 insofern relativ zugenommen, als in anderen Bereichen „größere“ Verbesserungen realisiert werden konnten. Dennoch ist auch im Bereich der Landwirtschaft die Belastung zurückgegangen; weitere Schritte werden jedoch notwendig sein, um insbesondere die vorgeschriebenen „guten Zustände“ der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen.

Abb. 129: Verweilzeit von Stoffen im oberen Grundwasseraquifer



Quelle: Kunkel et al. 2007 in Fuchs, S. et al. 2010, S. 45

Kapitel 7 Umsetzungsstand der vom SRU formulierten Ansätze zur Vermeidung der negativen Einflüsse der Landwirtschaft auf die Schutzgüter des Natur- und Umweltschutzes

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den Umsetzungsstand der 1985 vom SRU formulierten Empfehlungen. Es wird dargestellt welche Empfehlungen in welcher Form aufgegriffen und welche bis heute nicht umgesetzt wurden. Der SRU forderte 1985 vordringlichst die Definition eines Gesamtkonzept (S. 300 ff.), um den Umweltproblemen der Landwirtschaft zu begegnen. Dieses Konzept sollte folgende Aspekte adressieren:

- Maßstäbe für die umweltpolitische Bewertung der Landwirtschaft
- Unterschiedliche Belastungskategorien aus umweltpolitischer Sicht
- Schwerpunkte der erforderlichen Maßnahmen

Ein solches Gesamtkonzept ist bis heute nicht erstellt worden,. Entsprechende Forderungen nach umfassenden Konzepten und Neuorientierungen (auch der Agrarpolitik) werden immer wieder formuliert (z.B. Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik), eine Umsetzung ist bisher jedoch nicht absehbar. Ein wahrscheinlicher Grund dafür liegt auch darin, dass die Zuständigkeit für die Landwirtschaft, und ebenso auch für die Umweltpolitik bei der Europäischen Union liegt (vgl. Kapitel 4.3).

Daneben formulierte der SRU auch eine Reihe von Empfehlungen zur Minderung spezieller Umweltprobleme der Landwirtschaft. Diese Empfehlungen sowie deren Umsetzungsstand werden im Folgenden dargestellt.

7.1 Biotopschutz und Landschaftspflege

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die vom SRU 1985 aufgestellten Forderungen zum Bereich Biotopschutz und Landschaftspflege, die zunächst nochmals kurz und stichpunktartig wiederholt werden, um dann ihren aktuellen Umsetzungsstand zu erläutern.

7.1.1 Forderungen des SRU 1985

Inhaltliche Forderungen

1.) Bereitstellung geeigneter Biotopflächen in ausreichendem Umfang und in zusammenhängender Form mit einem Biotopverbundsystem als integrierende Lösung (SRU 1985, S. 307f.): im Durchschnitt mindestens 10% der Fläche für naturbetonte Biotope (Schwankungen zwischen 5-20% je nach Naturraum und Agrargebiet), Bezugsfläche ist die agrarische Kulturlandschaft, anrechenbar sind alle nicht intensiv genutzten Flächen, insbesondere kleinere Waldstücke bis ca. 1 ha, Einzelgehöfte mit Gärten und Bepflanzung, alte Obstbestände (Streuobstbau), landschaftliche Golfplätze, Damm- und Einschnittböschungen von Verkehrswegen sowie deren Randbepflanzungen, aufgelassene Abbaustätten und Ablagerungsplätze, Truppenübungsplätze und Kleinflugplätze (S. 309).

Der SRU hatte 1985 der Begrenzung des Arten- und Biotopverlustes – in heutigen, damals nicht gebräuchlichen Worten: der Erhaltung der Biodiversität – die höchste Priorität zugemessen und die Bereitstellung und den Schutz von zusätzlichen Flächen für

naturbetonte Biotope gefordert (SRU 1985, S. 303): „Diese umfassen zunächst größere ökologische Vorrangflächen, die im ländlichen Raum einen Anteil von im Durchschnitt 8% der Fläche – ohne Wald-, Siedlungs- und Verkehrsflächen – erreichen sollen. Diese ... müssen durch weitere 2-3% kleinflächiger, punkt- und linienförmiger naturbetonter Biotope so miteinander verbunden werden, dass wieder übergreifende biotische Zusammenhänge hergestellt werden“ (SRU 1985, Tz. 1194). Damit war ein Biotopverbund konzipiert worden (siehe unten). Ebenso hielt der SRU eine Nutzungseinschränkung an Pufferbereichen wie z.B. Ackerrändern für notwendig (SRU 1985, S. 303).

Der SRU verlangte dazu, dass die Auswahl geeigneter Flächen anhand des Vorkommens von Artenvielfalt und naturbetonten Strukturen erfolgen müsse und es nicht genügt, „wenn der Landschaftsplanung nur Flächen anheim gegeben werden, die aus ökonomischen Gründen aus der landwirtschaftlichen Produktion herausfallen“ (SRU 1985, S. 310). Um die ökologischen Vorrangflächen dauerhaft zu schützen und zu sichern, nannte der SRU die Ausweisung dieser Flächen als Naturschutzgebiete als Ziel (SRU 1985, S. 311).

Als weitere inhaltliche Forderungen nannte der SRU 1985:

- 2.) Förderung des integrierten Pflanzenschutzes (SRU 1985, S. 307)
- 3.) Förderung des Erosionsschutzes durch eine stärkere Gliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche (SRU 1985, S. 307)
- 4.) Förderung des Gewässerschutzes durch dichten naturnahen Bewuchs der Ufer, und Freistellung der Ufersäume von jeglicher landwirtschaftlicher Nutzung (SRU 1985, S. 308)

Politische Forderungen

- 1.) Aufbau eines Biotopverbundsystems

Dazu forderte der SRU 1985, wie erwähnt, die Sicherung ökologischer Vorrangflächen mittels:

- a) Ausweisung von Landwirtschaftsflächen, die noch von Artenvielfalt und naturbetonten Biotopen geprägt sind, als Kernflächen des Biotopverbundsystems. Langfristig sollten diese Flächen als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden (SRU 1985, S. 311).
- b) Ausweisung kleinflächiger linien- und punktförmiger Landschaftsstrukturen als „geschützte Landschaftsbestandteile“.
- c) Ankauf von Flächen bzw. Eintauch von ökologischen Vorrangflächen und deren Übertragung auf geeignete Körperschaften und Verbände. Dies sei auch im Rahmen von Regelflurbereinigungsverfahren oder in vereinfachten Flurbereinigungsverfahren nach § 86 Flurbereinigungsgesetz durch Flächentausch möglich. Für den Ankauf von Flächen sollten mehr Mittel bereitgestellt werden (SRU 1985, S. 312).

Aufbau und Sicherung eines Biotopverbundsystems sollten Aufgabe der Landschaftsplanung sein (SRU 1985, S. 310) und die Ausweisung von ökologischen Vorrangflächen im Rahmen der Landesplanung auf Ebene der Regionalplanung erfolgen. Dies erfordere auch die Überprüfung der Verzahnung von Landschaftsplanung und Regionalplanung in manchen Bundesländern mit dem Ziel der Aufstellung von

Landschaftsrahmenplänen als geschlossenes Konzept, die in der Regionalplanung weitaus mehr Gewicht als zahllose Einzelgutachten über örtliche Vorkommen und Schutzbedürftigkeit haben sollen (SRU 1985, S. 312).

2.) Verhinderung der Intensivierung ökologischer Vorrangflächen

- a) Wegfall der Landwirtschaftsklausel des § 15 Abs. 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (von 1976), was auch ermögliche, Landschaftsschutzgebiete mit einschneidenden und effizienten Schutzanforderungen festzusetzen (SRU 1985, S. 311).
- b) Erlass allgemeiner gesetzesunmittelbarer und bußgeldwehrter Veränderungssperren für die allgemein bestimmbaren und sichtbaren naturbetonten Biotope (wie Wallhecken, Tümpel, Geländestreifen, Feldholzinseln usw.). Für weniger leicht zu erkennende naturbetonte Flächen sollten Veränderungssperren spätestens mit Beginn von Biotopkartierungen erlassen werden (SRU 1985, S. 312).
- c) Die Sicherung und Ausgliederung kleinflächiger Elemente des Biotopverbundes sollten von jedem Landwirt ohne Entgelt gefordert werden. Soweit Pflegemaßnahmen vereinbart oder auferlegt werden, sollten diese entgolten werden (SRU 1985, S. 312, 313).
- d) Die Grundstückseigentümer sollten auf Spitzenpachten verzichten, sofern Auflagen einzuhalten sind (Pachtminderung) (SRU 1985, S. 313).
- e) Der Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln an Feldrainen und Wegrändern, etwa für Randflächen der Schläge bis zu einer Breite von 3 m, sollten beschränkt und entsprechende Regeln umweltschonender Landwirtschaft entwickelt werden (SRU 1985, S. 317).

3.) Berücksichtigung umweltpolitischer Belange auf allen Ebenen

- a) Gezieltere Ausrichtung von Maßnahmen der landwirtschaftlichen Infrastrukturverbesserung an umweltpolitischen Belangen (SRU 1985, S. 318).
- b) Verbesserung der personellen und finanziellen Ausstattung von Naturschutzbehörden (SRU 1985, S. 311)
- c) „drastische Begrenzung“ des Verlustes naturbetonter Landschaftsteile durch Siedlung, Industrie, Verkehr als nichtlandwirtschaftlichen „Flächenverbrauch“ (SRU 1985, S. 321)
- d) Beachtung von Aspekten des Biotopschutzes im Rahmen der Flurbereinigung (SRU 1985, S. 307):
 - Flurbereinigung als Instrument zur Durchsetzung des Biotopverbundes gegenüber den Landwirten durch die Naturschutzbehörde (SRU 1985, S. 313);
 - Novellierung des Flurbereinigungsgesetzes: Ausdehnung des nach § 47 FlurbG zulässigen Flächenabzugs für gemeinschaftliche und öffentliche Anlagen auf die kleinflächigen linien- und punktförmigen Landschaftsstrukturen, die für einen Biotopverbund erforderlich sind. „Als Richtschnur für den durchschnittlichen Flächenbedarf gibt der Rat etwa 3% der Gesamtfläche des Flurbereinigungsgebietes an“ (SRU 1985, S. 317).

- Bremsung des Trends zu immer größeren Schlägen (SRU 1985, S. 318): Schläge sollten nicht größer als 10 ha sein, die durchschnittliche Schlaggröße sollte weit darunter liegen, große Schläge sollten geteilt werden (SRU 1985, S. 319).
- Wegebau: wenig naturbetonte Flächen für den Wirtschaftswegebau nutzen und die Zerschneidung von zusammenhängenden Biotopen vermeiden bzw. Trennwirkung zwischen landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen und Biotopen nutzen; Anlage von unbefestigten Wegen und säumenden Banketten und Böschungen als eigener Lebensraum (SRU 1985, S. 319); Überprüfung der Förderrichtlinien, sofern der Wirtschaftswegebau durch finanzielle Mittel des Bundes und der Länder unterstützt wird (SRU 1985, S. 319);
- Erhaltung von naturbetonten Gewässern und Uferrandzonen (im Gegensatz zu Begradigungen und Verrohrungen), Renaturierung bereits verrohrter und verbauter Wasserläufe (SRU 1985, S. 320).

4.) Förderung von Forschung und Entwicklung

- a) Förderung und Verfeinerung der Biotopkartierung, Fortschreibung der älteren Kartierung (SRU 1985, S. 311)
- b) Verstärkung der Erforschung der einzelnen Gefährdungsursachen der in die Rote Liste aufgenommenen Arten und die Entwicklung sinnvoller Maßnahmen gegen die Gefährdung (SRU 1985, S. 312)

7.1.2 Umsetzungsstand der Forderungen

Sicherung ökologischer Vorrangflächen

Zu 1a und b) des vorigen Kapitels: Sicherung von Flächen für den Aufbau eines Biotopverbundsystems

Die Thematik des Biotopverbundes hat seit 1985 auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene durch Abkommen, Konventionen und Richtlinien verstärkte Berücksichtigung erhalten. Das Bundesnaturschutzgesetz beinhaltet den Biotopverbund seit 2002 und verpflichtet seit 2009 die Länder zum Aufbau eines länderübergreifenden Biotopverbundsystems auf mindestens 10% der Landesfläche jedes Bundeslandes (§ 20 Abs.1) und zur Erhaltung bzw. zur Förderung der Vernetzung von Biotopen durch lineare und punktförmige Elemente (§ 21 Abs. 6). In der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt formuliert die Bundesregierung 2007 das Ziel, bis „zum Jahr 2020 ist die Biodiversität in Agrarökosystemen deutlich erhöht. (...) Bis 2015 nimmt der Flächenanteil naturschutzfachlich wertvoller Agrarbiotope (hochwertiges Grünland, Streuobstwiesen) um mindestens 10% gegenüber 2005 zu. 2010 beträgt in agrarisch genutzten Gebieten der Anteil naturnaher Landschaftselemente (z.B. Hecken, Raine, Feldgehölze, Kleingewässer mindestens 5% „(BMU 2007, S. 47).

Die Forderung des SRU, 10% als Biotopverbundfläche auszuweisen, scheint aufgrund der im Rahmen des Natura 2000-Netzwerkes ausgewiesenen Gebiete und der im Rahmen des HNV-Indikators bewerteten Flächen erfüllt zu sein. So sind 15,4% der Landesfläche als Natura 2000-Gebiete ausgewiesen (Bundesamt für Naturschutz 2012b) und 13,0% der Landwirtschaftsfläche als HNV-Flächen bewertet worden. Allerdings sind mit der Ausweisung bisher noch keine Maßnahmen umgesetzt und auch die Anforderungen an

ein Biotop-Verbundsystem sind nur eingeschränkt gegeben. Die Ausweisung der FFH-Gebiete zeigt des Weiteren auch, in welchen Regionen Deutschlands keine Gebiete mehr vorhanden sind, die für den Arten- und Biotopschutz von besonderer Bedeutung sind.

Dennoch ist an dieser Stelle zu betonen, dass die Ausweisung dieser Schutzgebiete und -bereiche, sowie die Umsetzung weiterer Maßnahmen wie die Einbindung von Landschaftselementen in die direktzahlungsfähigen Flächen oder die Förderung von Agrarumweltmaßnahmen, die Erhaltung der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft bisher nicht garantieren können. Der Nationale Bericht zur FFH-Richtlinie von 2011 zeigt, dass bisher nur bei „etwa 30% der Arten und 38% der Lebensraumtypen von gemeinschaftlicher Bedeutung (...) das angestrebte Ziel der FFH-Richtlinie – der günstige Erhaltungszustand – erreicht“ ist. Bei 25% der Arten und 6% der Lebensraumtypen lassen sich gesicherte Aussagen nicht machen, da der Kenntnisstand zu gering ist (BMU 2011, S. 34). Außerdem ist anzumerken, dass der Erhaltungszustand der mit der Landwirtschaft in Zusammenhang stehenden Lebensraumtypen schlechter ist als der anderer Lebensraumtypen (Umweltbundesamt: Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten, S. 40). Nach dem Indikatorenbericht zur Nationalen Strategie der biologischen Vielfalt ist das Ziel, den Verlust der biologischen Vielfalt bis 2010 zu stoppen, nicht erreicht worden (BMU 2010, S. 75). Ebenso zeigt der HNV-Indikator, dass das Ziel der Bundesregierung, den Anteil von HNV-Flächen bis 2015 auf 19% zu erhöhen, erheblich verfehlt wird. Auch der Wert des Indikators „Artenvielfalt und Landschaftsqualität – Agrarland“, der u.a. im Rahmen der Umsetzung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie bewertet wird, zeigt einen statistisch signifikanten Trend weg vom Zielwert für 2015 (Umweltbundesamt 2011, S. 87). Viele Schutzbemühungen werden zwar sicherlich erst langfristig Wirkungen zeigen, jedoch ist auf die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion hinzuweisen, welche die Erhaltung von Arten insbesondere in der Agrarlandschaft negativ beeinflusst und verstärkend zu einer Segregation in Schutz- und Nutzungsräume beiträgt.

Zu 1c) des vorigen Kapitels: Ankauf bzw. Eintauch von ökologischen Vorrangflächen und Übertragung auf geeignete Körperschaften und Verbände

Die Anwendung und Regelung der Möglichkeit des Ankaufs von Flächen für den Naturschutz im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren (§ 86) obliegt den Bundesländern. Diese machen hiervon unterschiedlich Gebrauch. Insbesondere in Schleswig-Holstein wurden durch die Stiftung Naturschutz ca. 17.000 ha (Stand 2003) Flächen für den Naturschutz gekauft (Oppermann, R. et al. 2003, S. 6). Eine Zusammenstellung der für den Naturschutz gekauften Flächen für alle Bundesländer ist aufgrund des Mangels an Daten nicht möglich. Gleiches trifft für die für den Kauf zur Verfügung gestellten finanziellen Mittel zu.

Zu 1d und e) des vorigen Kapitels: Aufbau und Sicherung eines Biotopverbundsystems als Aufgabe der Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung ist das zentrale Instrument des Bundesnaturschutzgesetzes „zur Durchsetzung der Ziele und Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ (Hachmann, R. et al. 2010, S. 10). Die Entwicklung eines Biotopverbundes wird durch das Bundesnaturschutzgesetz der Landschaftsplanung und den unterschiedlichen Planungsebenen zugewiesen (v. Haaren et al. 2007, S. 7). „Örtliche Landschaftspläne liegen derzeit für knapp die Hälfte der Fläche Deutschlands vor, auf einem Fünftel der

Fläche Deutschlands sind örtliche Landschaftspläne in Bearbeitung“ (v. Haaren et al. 2007, S. 6). Auf der Ebene der Bundesländer können in Landschaftsprogrammen Angaben für den Anteil von Vorrangflächen gemacht werden.

Zu 2) des vorigen Kapitels: Verhinderung der Intensivierung ökologischer Vorrangflächen

Zu 2a) Wegfall der Landwirtschaftsklausel des Bundesnaturschutzgesetzes

Die Forderung des SRU nach Streichung der Landwirtschaftsklausel des § 15 Abs. 2 des BNatSchG von 1976 wurde mit der Novellierung des Gesetzes 1998 erfüllt. Seit 2003 enthält das Bundesnaturschutzgesetz weitere Einschränkungen der Privilegierung der Landwirtschaft gegenüber dem Naturschutz. Dazu wurden die Anforderungen der „guten fachlichen Praxis“ definiert, die im Rahmen der Bewirtschaftung einzuhalten sind (§ 5 Absatz 2 BNatSchG 2009):

„(2) Bei der landwirtschaftlichen Nutzung sind neben den Anforderungen, die sich aus den für die Landwirtschaft geltenden Vorschriften und aus § 17 Absatz 2 des Bundesbodenschutzgesetzes ergeben, insbesondere die folgenden Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu beachten:

1. die Bewirtschaftung muss standortangepasst erfolgen und die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen muss gewährleistet werden;
2. die natürliche Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) darf nicht über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden;
3. die zur Vernetzung von Biotopen erforderlichen Landschaftselemente sind zu erhalten und nach Möglichkeit zu vermehren;
4. die Tierhaltung hat in einem ausgewogenen Verhältnis zum Pflanzenbau zu stehen und schädliche Umweltauswirkungen sind zu vermeiden;
5. auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten ist ein Grünlandumbruch zu unterlassen;

Durch den Wegfall der Landwirtschaftsklausel und mit den definierten Grundsätzen der guten fachlichen Praxis ist „die Privilegierung der Landwirtschaft im Naturschutz formal aufgehoben worden, aber die Gegensätze und Konflikte zwischen beiden sind dadurch nicht ausgeräumt“ (Haber, W. 2014, S. 122). Die in diesem Gutachten aufgezeigten Entwicklungen machen auch deutlich, dass die im Naturschutzgesetz geforderten Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Produktion vielfach nicht eingehalten werden. Die Gründe hierfür sind vielfältig und liegen vor allem darin, dass im Umwelt- und Naturschutz ein besonderes Vollzugsdefizit vorliegt und die Einhaltung von Vorgaben häufig nicht ausreichend kontrolliert wird. Das vom SRU 1985 geforderte Regelwerk zur Definition von Betreiberpflichten, das auf Ebene der Betriebszweige Vorgaben mit unterschiedlichem Verbindlichkeitsgrad vorschreibt (SRU 1985, S. 305), ist durch die Definition der guten fachlichen Praxis, des Ordnungsrechtes und Cross Compliance-Auflagen der GAP nur in Ansätzen umgesetzt worden

Zu 2b) des vorigen Kapitels: Erlass allgemeiner gesetzesunmittelbarer und bußgeldwehrter Veränderungssperren für naturbetonte Biotope

Der SRU legte 1985 besonderen Wert auf den wirksamen Schutz von naturbetonten Biotopen in der Agrarlandschaft. Unter diesem Begriff können zum einen die Schutzkategorien „Naturdenkmal“, „geschützte Landschaftsbestandteile“ und „besonders geschützte Biotoptypen“ des Bundesnaturschutzgesetzes, die HNV-Flächen und die in der Agrarlandschaft eingebetteten Landschaftselemente zusammengefasst werden. Die Beeinträchtigung der geschützten naturbetonten Biotope kann als Verstoß gegen das Bundesnaturschutzgesetz mit Bußgeldern belegt werden. Die Umsetzung obliegt meist den Bundesländern. Außerdem ist der Schutz von Landschaftselementen seit der Agrarreform von 2003 in der Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung) geregelt. Die besagten Landschaftselemente dürfen nicht beseitigt werden, es sei denn, die zuständigen Landesbehörden genehmigen es. Allerdings sind Landschaftselemente vielfach in Bezug auf ihre Größe definiert (z.B. Hecken oder Knicks: lineare Strukturelemente, die überwiegend mit Gehölzen bewachsen sind und eine Mindestlänge von 10 Metern aufweisen), so dass kleinere Elemente oder Strukturen, die nicht einem eigenen Schutz unterliegen (Einzelbäume: freistehende Bäume, die als Naturdenkmäler im Sinne des § 28 des Bundesnaturschutzgesetzes geschützt sind) beseitigt werden können. Im Zuge der Umsetzung der Agrarreform von 2003 zeigte sich auch, dass Landschaftselemente noch vor der Festsetzung des Schutzes entfernt wurden, um den Auflagen zu entgehen (Ganzert, C. et al. 2009, S. 18). Das Bundesnaturschutzgesetz ermöglicht jedoch (§ 22, Absatz 3): "Teile von Natur und Landschaft, deren Schutz beabsichtigt ist, können für einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren einstweilig sichergestellt werden, wenn zu befürchten ist, dass durch Veränderungen oder Störungen der beabsichtigte Schutzzweck gefährdet wird. (...)“ .

Zu 2c) des vorigen Kapitels: Forderung der Sicherung und Ausgliederung kleinflächiger Elemente des Biotopverbundes von jedem Landwirt ohne Entgelt

Wie oben dargestellt, sind Landschaftselemente – sofern sie den dargestellten Kriterien genügen – zwar unter Schutz gestellt, jedoch wird eine solche Sicherung und Ausgliederung bisher nur von denjenigen Landwirten gefordert, auf deren Besitz sich solche Landschaftselemente befinden. Seit der Agrarreform von 2003 werden für die Sicherung und Ausgliederung der Landschaftselemente außerdem Zahlungsansprüche (Direktzahlungen der 1. Säule) gewährt, womit ein gewisses Entgelt bezahlt wird. Geforderte Pflegemaßnahmen werden darüber hinaus über die Agrarumweltprogramme der 2. Säule der GAP honoriert.

Im Rahmen der Agrarreform von 2013/2014 wird die Forderung nach der Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen (diesen Begriff hatte der SRU bereits 1985, S. 303, verwendet!) durch jeden Landwirt erneut diskutiert. Allerdings entsprechen die bisherigen Überlegungen zur Definition der ökologischen Vorrangflächen nicht der Definition des SRU von 1985, sondern berücksichtigen auch Flächen, die nicht als naturbetonte Biotope zu bezeichnen sind und nicht zwingendermaßen der Biotopvernetzung dienen. Darüber hinaus wird für die Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen ein Entgelt gewährt (aktuelle Diskussion: 30% der 1. Säule-Zahlungen werden an die Einhaltung ökologischer Mindeststandards gekoppelt), was den

Forderungen des SRU nach einer entgeltfreien Bereitstellung durch die Landwirte widerspricht.

Zu 2d) des vorigen Kapitels: Verzicht der Grundstückseigentümer auf Spitzenpachten, sofern Auflagen eingehalten werden (Pachtminderung)

Nicht umsetzbar.

Zu 2e) des vorigen Kapitels: Beschränkung des Einsatzes von Düngern und Pflanzenschutzmitteln auf Ackerrandstreifen (Breite 3 m), Entwicklung entsprechender Regeln umweltschonender Landwirtschaft

Der Verzicht auf den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln wird über Agrarumweltprogramme in einigen Bundesländern gefördert. Dabei werden Maßnahmen zur Anlage von Blühstreifen, Blühflächen und Schonstreifen in 10 Bundesländern angeboten (Thomas, F. et al. 2009, S. 33f.). Schonstreifen, wie sie dem Vorschlag des SRU von 1985 entsprechen, werden in sieben Bundesländern gefördert, wobei es sich in der Regel um Randstreifen an Gewässern handelt. Bayern bietet darüber hinaus die Anlage von Schonstreifen auf erosionsgefährdeten Flächen an, und Hamburg genehmigt die Anlage von Schonstreifen, die der Umsetzung von Zielen des Natur-, Gewässer- oder Landschaftsschutzes dienen (Thomas, F. et al. 2009, S. 33f.)

Weitere Einschränkungen des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln gehen von der Düngeverordnung (in Abhängigkeit der Neigung einzuhaltende Abstandsflächen (ohne Ausbringen von Düngemittel von 1-3 m) aus, und werden durch die gute fachliche Praxis beschrieben.

Zu 3) des vorigen Kapitels: Berücksichtigung umweltpolitischer Belange auf allen Ebenen

Zu 3c) Begrenzung des nichtlandwirtschaftlichen Flächenverbrauchs

Im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie hat die Bundesregierung das Ziel formuliert, die Landflächeninanspruchnahme („Flächenverbrauch“) für Siedlungs- und Verkehrszwecke bis 2020 auf 30 ha/Tag zu reduzieren (Bundesregierung, S. 99). 2010 lag der tägliche Flächenverbrauch bei 87 ha, und obwohl ein Trend zur Reduzierung des Flächenverbrauchs erkennbar ist, würde die Fortführung dieses Trends nicht genügen, um das definierte Ziel zu erreichen (Statist. Bundesamt 2012b, S. 9).

Um den Flächenverbrauch weiter einzuschränken, wurde im Juli 2012 eine Novelle des Baugesetzbuches beschlossen, welches die Innenentwicklung von Städten und Gemeinden fördern soll (Pressemitteilung 198 vom 4.7.2012: Bundesministerin Aigner: "Flächenverbrauch in Deutschland muss deutlich reduziert werden" - Bundeskabinett beschließt Novelle des Baugesetzbuchs). Das Gesetz regelt auch, dass die Naturschutzstandards auf dem jetzigen Niveau erhalten bleiben und somit auch durch den Naturschutz keine weiteren Flächenansprüche für Kompensationsmaßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen entstehen.

Empfehlungen zur Beschränkung der Flächeninanspruchnahme und zur Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte wurden von Heiland, S. et al. (2006) zusammengestellt.

Zu 3d) des vorigen Kapitels: Beachtung von Aspekten des Biotopschutzes im Rahmen der Flurbereinigung,

Das Flurbereinigungsgesetz stammt aus dem Jahr 1954, wurde 1975 und 1994 novelliert (S. 7) und letztmalig am 19. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2794) geändert. Im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren ist es möglich, Flächen u.a. auch für „Anlagen, die dem Naturschutz, der Landschaftspflege oder der Erholung dienen“ (§ 40) bereitzustellen. Allerdings können nur Flächen „in verhältnismäßig geringem Umfang im Flurbereinigungsverfahren bereitgestellt werden“ (§ 40). Die Ausführungsbestimmungen zur Umsetzung des Gesetzes obliegen den Bundesländern.

Das Flurbereinigungsgesetz schafft die Grundlagen für multifunktionale Zielsetzungen, jedoch werden mit einem Instrument verschiedene, teils konkurrierende Ziele angestrebt (Klare, K. et al. 2005, S. 15)

Verallgemeinerbare Aussagen zur Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen lassen sich nicht machen, vielmehr sind diese regional sehr unterschiedlich zu bewerten. Allerdings scheint der „bisherige Rahmen von Leitlinien und Gesetzvorgaben nicht ausreich[en]d, um generell Verschlechterungen der ökologischen Substanz auszuschließen bzw. Verbesserungen zu erreichen“ (Oppermann, R. et al. 2003, S. 21). Vorschläge zur Verbesserung der ökologischen Wirkungen der Flurbereinigung sind ebenfalls bei Oppermann, R. et al. dargestellt (Oppermann, R. et al. 2003, S.23).

Der SRU formulierte 1985 das Ziel, 3% der in Flurbereinigungsverfahren einbezogenen Fläche für den Biotopschutz auszugliedern. Dieses Ziel scheint bis heute nicht erreicht zu sein.

In Tab. 27 sind die im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren hergestellten und beseitigten Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft dargestellt. Nimmt man für linienhafte Strukturen eine Breite von 2 m an, so ergibt sich insgesamt eine durch Flurbereinigungsverfahren und Verfahren nach dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz eine für den Naturschutz bereitgestellte Fläche von 62.126 ha. Wird diese Fläche auf die in diese beiden Verfahren eingebundene Fläche in diesem Zeitraum bezogen, ergibt sich ein Wert von 1,63%.

Oppermann et al. geben 2003 für Flurbereinigungsverfahren in Baden-Württemberg einen Wert von 0,7-1,0% (Oppermann, R. et al. 2003, S. 4), Klare et al. für die betrachteten Flurbereinigungsverfahren in Niedersachsen Werte von 1,1% bzw. 1,5% (Verfahren zwischen 1992 und 1994/ Verfahren zwischen 1999 und 2001) als Anteile für den Naturschutz bereitgestellter Flächen an den Verfahrensflächen an. Diese bereitgestellten Flächen wurden überwiegend käuflich erworben oder durch Landverzicht zur Verfügung gestellt. Ihre Verwendung erfolgte für innerlandwirtschaftliche Zwecke (23 bzw. 39%) und für öffentliche Anlagen (77 bzw. 61%). Bei diesen stand der Naturschutz an erster Stelle, noch vor dem überörtlichen Verkehr (Klare, K. et al. 2005, S. 32).

Der SRU forderte 1985, den im Rahmen von Flurbereinigungen festgestellten Trend zu immer größeren Schlägen zu bremsen (SRU 1985, S. 318). Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Schläge durch Flurbereinigungsverfahren weiterhin deutlich größer werden. So wurde „in den Gemarkungen, in denen zwischen 1994 und 2000 eine Besitzeinweisung stattgefunden hat (...) ein deutlich stärkerer Anstieg der durchschnittlichen Schlaggrößen“ festgestellt „als in der nicht flurbereinigten Vergleichsgruppe“. Zumindest kurzfristig ist die Wirkung der Flurbereinigung auf die Schlaggröße ausgeprägter als die Wirkung des

allgemeinen agrarstrukturellen Wandels“ (Klare, K. et al. 2005, S. 135).

Untersuchungsergebnisse aus Niedersachsen zeigten Zusammenlegungsverhältnisse von 1:2 bis 1:3 durch Flurbereinigungsverfahren (Klare, K. et al. 2005, S. 2).

Des Weiteren sollten nach Ansicht des SRU Schläge nicht größer als 10 ha sein (SRU 1985, S. 319). Für Bayern ergibt sich eine durchschnittliche Schlaggröße von 1,73 ha für Ackerflächen und 1,2 ha für Grünlandflächen (LfL 2011, S. 5). Der SRU konnte 1985 nicht voraussehen, dass mit der Wiedervereinigung Deutschlands die bedeutend größeren Schläge der kollektivierten DDR-Landwirtschaft in die Betrachtung einbezogen werden müssen, die eine Einhaltung der 10 ha-Grenze praktisch ausschließen.

Schließlich sollten nach Auffassung des SRU 1985 bei Flurbereinigungen die Erhaltung von naturbetonten Gewässern und Uferrandzonen (im Gegensatz zu Begradigungen und Verrohrungen) Vorrang haben und bereits verrohrte und verbaute Wasserläufe renaturiert werden (SRU 1985, S. 320). Tab. 66 zeigt, dass Renaturierungsmaßnahmen im Bereich des Gewässerbaus vorgenommen werden. Über die naturschutzfachliche Qualität neu angelegter Gräben und flächenhafter Gewässer gibt die Übersicht jedoch keine Auskunft.

Tab. 66: Gewässerbau nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG)

	Einheit	2008	2009	2010	gesamt
Gräben angelegt	km	78	57	36	171
Gräben beseitigt	km	13	23	9	45
Renaturierung von Fließgewässern	km	22	26	20	68
Seen, Teiche, Weiher, Rückhaltebecken, u.a. flächenhafte Gewässer	Anzahl	125	206	107	438
	ha	32	31	18	81

Quelle: BMELV 2013g

7.1.3 Zusammenfassende Bewertung

Der Aufbau eines Biotopverbundsystems und der Schutz von Vorrangflächen haben seit 1985 an Bedeutung gewonnen. So wurden mittlerweile insbesondere durch das Netzwerk Natura 2000 mehr als 10% der Landesfläche für die Schaffung eines Biotopverbundes ausgewiesen.

Auch wurden Aspekte des Umwelt- und Naturschutzes und der Landschaftspflege vermehrt in anderen Politikbereichen berücksichtigt, wie z.B. im Flurbereinigungsgesetz. So ermöglicht die Flurbereinigung die Berücksichtigung umwelt- und naturschutzfachlicher Aspekte. Die konkrete Umsetzung des Flurbereinigungsgesetzes findet auf der Ebene der Bundesländer statt, und das Beispiel Schleswig-Holsteins zeigt, dass Flurbereinigung auch „maßgeblich als Instrument des Naturschutzes genutzt“ werden kann (Oppermann, R. et al. 2003, S. 6). Aktuell ist die „Flurneuordnung aus Naturschutzsicht regional sehr unterschiedlich“ zu bewerten, da „die ökologischen Planvorgaben vielfach nur unvollständig umgesetzt“ werden (Oppermann, R. et al. 2003, S. 21). Von Oppermann et al. wurde eine Reihe von Empfehlungen zur ökologischen Verbesserung der Flurbereinigung erarbeitet.

Trotz positiver Ansätze ist die dauerhafte Sicherung von Arten und Lebensräumen sowohl in den Schutzgebieten als auch besonders in der Agrarlandschaft bisher nicht gewährleistet. Dafür ist besonders die zunehmende Intensivierung (siehe Kapitel 6.1) der landwirtschaftlichen Produktion verantwortlich. Diese Entwicklung wird durch Rahmenbedingungen wie das EEG oder auch durch steigende Produktpreise vielerorts noch verstärkt (siehe Kapitel Kapitel 0). Für den Biodiversitätsverlust spielt zunehmend aber auch der Klimawandel eine Rolle, der 1985 noch nicht thematisiert wurde.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass der Biodiversitätsschutz politikübergreifend hohe Berücksichtigung findet, was sich sowohl in politischen Richtlinien und Gesetzen, als auch in konkreten Schutzmaßnahmen niederschlägt. Dennoch ist der Biodiversitätsverlust bisher nicht eingeschränkt worden, sondern schreitet voran, und die landwirtschaftliche Produktion hat weiterhin einen maßgeblichen Einfluss darauf. Zur Erhaltung der Biodiversität sind demnach weitere Schutzbemühungen erforderlich, die auch die Landwirtschaft mit einschließen müssen. Die Erhaltung und Wiederherstellung der Agrarlandschaft als Lebensraum werden mit Einschränkungen der Art der Flächennutzung sowie der Intensität der Bewirtschaftung verbunden sein. Die Diskussionen im Rahmen der Reform der GAP 2013/2014 um die obligatorische Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen auf betrieblicher Ebene greifen den Vorschlag des SRU von 1985 auf, von den Landwirten die Bereitstellung entsprechender Flächen ohne Entgelt zu fordern. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass ein zunehmender Bedarf an Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen einer generellen Nicht-Nutzung landwirtschaftlicher Flächen entgegenstehen. Ebenso ist aus Umwelt- und Naturschutzsicht sicher zu stellen, dass die bereitgestellten Flächen nicht nur quantitativ, sondern auch in ihrer Qualität und Pflege umwelt- und naturschutzfachlichen Anforderungen entsprechen. Daneben ist die Effizienz des Mitteleinsatzes zu klären, denn eine Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen wird – nach aktuellem Diskussionsstand - mit der Gewährung von Zahlungsansprüchen verbunden sein. Die Vorschläge zur Gestaltung der GAP nach 2013 werden eingehender in Kapitel 7.6. dargestellt.

7.2 Begrenzung der Emissionen aus der Landwirtschaft

7.2.1 Forderungen des SRU 1985

Inhaltliche Forderungen

Der SRU stellte unter der Überschrift „Begrenzung der Emissionen aus der Landwirtschaft“ Forderungen und Empfehlungen zu den Themen Düngung, Pflanzenschutz und Erosion auf.

Für den Themenkomplex Düngung sah der SRU Anpassungsbedarf, da insbesondere eine wachsende Gefährdung der Trinkwasserversorgung durch steigenden Nitratgehalt (SRU 1985, S. 321) zu beobachten war. Der SRU forderte allgemein die genauere Anpassung der Düngung an standörtliche Gegebenheiten, Bodeneigenschaften, Lage und Grundwasserflurabstand sowie an den Pflanzenbedarf und gegebenenfalls auch die Beschränkung des Düngereinsatzes (SRU 1985, S. 321). Des Weiteren sollten die Düngung und deren Auswirkungen einer stärkeren staatlichen Kontrolle unterstellt werden (SRU 1985, S. 321).

Für den Bereich des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sah der SRU, dass „mit einer Kontamination des Bodens, des Wassers und der landwirtschaftlichen Produkte zu rechnen“ ist, und war „der Meinung, dass das Risiko dieser Auswirkungen vermindert werden muss“. Er schlug daher verstärkte Forschungsaktivitäten zum Verständnis „der Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die belebte und unbelebte Umwelt“ vor. Ferner formulierte der SRU Folgerungen für die Zulassungspraxis und forderte die Definition von Kriterien für die Praxis bzgl. einer bestimmungsgemäßen und sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (SRU 1985, S. 327). Ein Potenzial zur Begrenzung negativer Auswirkungen des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sah der SRU in der Förderung des Integrierten Pflanzenschutzes und damit verbundenen Weiterentwicklungen von biologischen, pflanzenzüchterischen und anbautechnischen Maßnahmen (SRU 1985, S. 327). Der SRU merkte jedoch an, dass „trotz des hohen Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln (...) die lebensmittelrechtlichen Grenzwerte für Rückstände in der Regel eingehalten werden“ (SRU 1985, S. 330).

In Bezug auf die Erosion folgte der SRU aufgrund der Zunahme des Erosionsgeschehens (insbesondere der Wasser-, aber auch der Winderosion), dass dieses Thema stärker in das Bewusstsein vor allem der Landwirte, der Beratung und der Politik zu rücken sei (SRU 1985, S. 330f.). So forderte er eine systematische Beobachtung der Bodenerosion und die Beachtung des Themas z.B. in Verfahren der Flurbereinigung. Die Durchführung von Erosionsschutzmaßnahmen sah der SRU als eine Betreiberpflicht der Landwirte an.

Politische Forderungen (betreffend gesetzliche Vorschriften)

1.) Düngung

a) Zur Abfallbeseitigung

- Erlass von Verordnungen über das Ausbringen von Jauche und Gülle auf Ebene der Länder, wie dies als erstes Bundesland Nordrhein-Westfalen getan hat (SRU 1985, S. 322)
- Konkretisierung des Abfallbeseitigungsgesetzes hinsichtlich des „üblichen Maßes der landwirtschaftlichen Düngung“. Die Regelungen der Verordnung müssen sich nach Ansicht des SRU „von den in der Landwirtschaft üblichen Düngepraktiken lösen und sich einerseits am Pflanzenbedarf, andererseits daran orientieren, dass die größten Gefahren für das Grundwasser schon im Vorfeld des wasserrechtlichen Vollzugs durch abfallbehördliche Kontrollen abgefangen werden müssen“ (SRU 1985, S. 322). Dem SRU erscheint „ein Wert von 1,5-2 Dungeinheiten/Hektar als angemessen“, wobei von einem Nährstoffgehalt von nicht mehr als 80 kg Stickstoff (Gesamtstickstoff) und nicht mehr als 70 kg Phosphat (Gesamtphosphat) pro Dungeinheit ausgegangen wird (SRU 1985, S. 322).

b) Wasserschutzgebiete

- Zusätzliche Ausweisung und Ausdehnung von Wasserschutzgebieten. „Nach dem Wasserversorgungsbericht des BMI 1982 beträgt der Flächenbedarf für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten für alle Schutzzonen zusammen genommen 10,9% der Gesamtfläche der [damaligen] Bundesrepublik Deutschland. Tatsächlich als Schutzgebiet ausgewiesen sind demgegenüber lediglich 4,8% der Gesamtfläche (SRU 1985, S. 324).

- Verstärkte Bindung der Düngung in Wasserschutzgebieten an Düngegenehmigungen und Verpflichtung der Landwirte, „Nachweise über die jährlich aufgebrauchten Düngermengen zu führen“ (SRU 1985, S. 324).
- Genehmigungspflicht für Betriebe mit mehr als 1 DE/ha in Wasserschutzgebieten. Mit dem Genehmigungsbescheid „sind dem Landwirt verbindliche Dünge- und Entsorgungspläne sowie konkrete Nachweispflichten aufzuerlegen“ (SRU 1985, S. 324).

c) Anwendung des Wasserhaushaltsgesetzes außerhalb von Wasserschutzgebieten

- Einforderung einer Erlaubnispflicht (Stellung entsprechender Erlaubnisansträge bei den Wasserbehörden) für die Durchführung von Düngemaßnahmen bei folgenden Gefährdungstatbeständen:
- Dungüberschussbetriebe mit einem Wirtschaftsdüngeranfall von mehr als 2 DE/ha LF
- Anbau bestimmter Intensivkulturen wie Mais, Hopfen, Wein, Feldgemüse und Obst, im weiteren Einwirkungsbereich von Wassergewinnungsanlagen
- Lagen mit durchlässigen, flachgründigen Böden
- Lagen mit geringem Grundwasserabstand
- Lagen, von denen über eine Bodenentwässerung besondere Gefahren für die aufnehmenden Oberflächengewässer ausgehen (SRU 1985, S. 325).

d) Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) § 3 Abs. 2 Nr. 2

- Festlegung der Maßnahmen, die im Bereich der Landwirtschaft als Benutzung anzusehen sind sowie
- Aufnahme der Gefährdungstatbestände Dungüberschussbetriebe und intensive landwirtschaftliche Nutzung in Lagen mit besonderer Grundwassergefährdung in das Gesetz (SRU 1985, S. 325).

e) Beratung und Umsetzung von Maßnahmen der umweltschonenden Düngung

- Berücksichtigung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe im Boden bei der Bemessung der Düngergabe
- Regelmäßige Bestimmung der Nährstoffgehalte in den Düngern
- Verbesserung der Anbausysteme insbesondere durch Ausweitung der Fruchtfolgen
- Unterlassen des Anhäufens von Stallmist an Gewässerufern
- Entlang von Gewässern 3-5 m breite Randstreifen von der Düngung ausnehmen (SRU 1985, S. 325f.).

f) Überprüfung der Gülleaufbereitung als gewässerschonende Maßnahme (SRU 1985, S. 326 f.)

g) Einführung einer Abgabe auf Stickstoff (siehe unten, Kapitel 7.2.3, 7.6.1, 7.6.2d).

2.) Pflanzenschutzmittel (PSM)

a) Zulassung

- Keine Erneuerung der Zulassung von „Substanzen, die durch die Entwicklung spezifisch wirkender Stoffe überflüssig werden“ (SRU 1985, S. 327)
- Beschränkung der Zulassung neuer Pflanzenschutzmittel auf 5 Jahre (Pflanzenschutzgesetz)
- Weitergabe aller relevanten Informationen, die eine Neubewertung von Pflanzenschutzmitteln notwendig machen können, an die Zulassungsbehörde Biologische Bundesanstalt (SRU 1985, S. 328)
- Weiterentwicklung des Zulassungswesens
- Entwicklung von Prüfrichtlinien zur Untersuchung der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf freilebende Tiere
- Durchführung von „Untersuchungen über die Wirkungen von PSM auf die gesamte Nahrungskette“
- Obligatorische Untersuchung von PSM-Wirkungen auf Nutzarthropoden
- Verbesserung der „Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna und -flora, insbesondere auf die Regenerationsfähigkeit der Bodenbiozönose“
- Erforschung der „Vorgänge der Adsorption und Desorption von PSM-Wirkstoffen an Bodenpartikeln, (...) Probleme der Anlagerung von Wirkstoffen und deren Abbauprodukten an Bodeninhaltsstoffe, (...) Remobilisierung und (...) der damit verbundenen Pflanzenverfügbarkeit sowie der Übergang ins Grundwasser“
- Untersuchung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln auf Oberflächengewässer, ihre Selbstreinigungskraft, den Sauerstoffgehalt, den pH-Wert, den Gesamtstickstoff und andere Parameter
- Untersuchung der PSM-Wirkungen auf wildwachsende niedere Pflanzen wie Algen und Flechten (SRU 1985, S. 328).
- Diese Informationen sind 5 Jahre nach Erstzulassung als Grundlage der erneuten Zulassung zu nutzen (SRU 1985, S. 328)

b) Maßnahmen zur Verbesserung der Kriterien zur bestimmungsgemäßen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

- Präzisierung der Anwendungskriterien für PSM (SRU 1985, S. 328)
- Verbesserung des Kenntnisstandes bzgl. Pflanzenkrankheiten und Gegenmaßnahmen
- Prognosen über das zeitliche Auftreten von Schaderregern und Unkräutern
- Definition wirtschaftlicher Schadschwellen
- Einsatz integrierter Anbausysteme als vorbeugende Kulturmaßnahme
- Forschung und Modellvorhaben im Bereich integrierter Anbau
- Leistungsfähiges Beratungswesen
- Einteilung der Pflanzenschutzmittel in verschiedene Klassen der Umweltverträglichkeit (SRU 1985, S. 328)

- Abgabe von Pflanzenschutzmitteln nur an Personen mit entsprechender Sachkunde (SRU 1985, S. 328f.)

c) Maßnahmen zur Sicherstellung einer sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

- Entwicklung von „Regeln für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (...), die Bestandteil der allgemeinen Regeln umweltschonender Landbewirtschaftung werden“ (SRU 1985, S. 329)
- Vorlage von Nachweisen zur Sachkunde, Fortbildung und Entsorgung von Resten
- Verbesserung der Beratung
- „Regelmäßige Wartung und Überwachung der Geräte“
- „Verbesserung und Verfeinerung der Anwendungstechnik“ (SRU 1985, S. 329)
- Verbesserung der Rücknahme und Entsorgung von Pflanzenschutzmitteln durch
 - Vertrieb der Pflanzenschutzmittel als Granulat
 - Vertrieb in Kunststoffbehältern
 - Vorschrift der Rücknahme der Behälter durch Händler und Hersteller
 - Durchsetzung der Verbotes „der Einleitung von Spülflüssigkeitsresten der PSM-Behälter in Gewässer oder in die Kanalisation“ (SRU 1985, S. 329)
- Herabsetzung der erforderlichen Wirkstoffmenge und der Abdrift durch
 - Verwendung von Granulaten und Saatgutpillierung
 - „Einführung von Formulierungshilfsstoffen oder Zusätzen“ zur Verbesserung des Eindringens der Wirkstoffe in Pflanzen und Schädlinge
 - Verbesserung der Haftfähigkeit der Spritzlösung (SRU 1985, S. 330)
- Einsatz ökonomischer Anreize zur Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes
- Einführung einer Abgabe für Pflanzenschutzmittel auf Basis von Gefährdungsklassen
- Änderung von Qualitätsnormen und Handelsklassen landwirtschaftlicher Erzeugnisse, so dass „die äußere Qualität der Produkte weniger gewichtet wird“ (SRU 1985, S. 330)

d) Unterstützung der Entwicklung alternativer Pflanzenschutzmaßnahmen

- Einsatz natürlicher Feinde
- Anlockung von Schädlingen und gezielte Vernichtung
- „Bekämpfung von Schadinsekten durch gezielte Eingriffe in wichtige Lebensfunktionen“
- Resistenzzüchtungen

3.) Erosion

Für den Bereich der Erosion definierte der SRU in Bezug auf politische Forderungen nur vage die Berücksichtigung des Themas in Flurbereinigungsverfahren und die Schaffung

administrativer Möglichkeiten zum Erosionsschutz. Bedarf sah er in einer geschulten Beratung. Des Weiteren formulierte der SRU ackerbauliche und kulturtechnische Maßnahmen zum Erosionsschutz, deren Durchsetzung wurde jedoch nicht weiter konkretisiert (SRU 195, S. 331ff.).

7.2.2 Umsetzungsstand der Forderungen

Zu 1.) Düngung

Zu a) Abfallbeseitigung

Die Forderungen des SRU nach Verordnungen über das Ausbringen von Jauche und Gülle und die Definition „des üblichen Maßes der landwirtschaftlichen Düngung“ sind nicht im Rahmen des Abfallbeseitigungsrechts, sondern des Düngegesetzes und der Düngeverordnung umgesetzt. So definiert die Düngeverordnung die Grundsätze der guten fachlichen Praxis der Düngung und schreibt Beschränkungen der Ausbringung von Stickstoff und Phosphat sowie Abstandsregelungen und Sperrfristen vor.

Für die Begrenzung der Nährstoffmengen des organischen Düngers schlug der SRU 1985 120-160 kg Stickstoff/ha und 105-140 kg Phosphat/ha vor (Anmerkung: 1,5-2,0 Dungeinheiten/ha). Die Düngeverordnung begrenzt die Ausbringung von Stickstoff tierischen Ursprungs auf 170 kg pro Hektar im Durchschnitt der betrieblichen Fläche. Mit Ausnahmegenehmigungen können auf intensiv genutztes Grünland, Wechselgrünland und Feldgras bis zu 230 kg Stickstoff pro Hektar ausgebracht werden. Die Phosphatdüngung wird auf 30 kg pro Hektar begrenzt und setzt eine Bodenuntersuchung voraus, die nicht älter als 6 Jahre sein darf,

Seit 2007 definiert die Düngeverordnung tolerierbare Stickstoffüberschüsse. Unberücksichtigt bleiben jedoch Verluste im Stall und bei der Ausbringung, die jedoch ebenfalls Belastungen der Umwelt- und Naturschutzgüter hervorrufen (BMU 2010d, S. 101). Weitere Nährstoffeinträge – besonders auf hofnahen Flächen – werden durch die Ausbringung von Gärsubstraten aus Biogasanlagen befürchtet (BMU 2008, S. 33).

Zu b) Wasserschutzgebiete

Der SRU forderte 1985, den damaligen Anteil von 4,8 % der Fläche von Wasserschutzgebieten auf 10,9 % zu erhöhen (SRU 1985, S. 234). Heute existieren 13.232 Wasserschutzgebiete mit einer Fläche von 50.000 km². Dies entspricht 13,9% der Landesfläche der BRD (BMU 2010d, S.76f.).

Die Forderung des SRU, in Wasserschutzgebieten insbesondere die Düngung an Genehmigungen und Auflagen zu knüpfen, ist umgesetzt. Die geforderten Einschränkungen und Aufzeichnungspflichten sind heute durch die Düngeverordnung für alle Flächen erfüllt. Des Weiteren können durch das Wasserhaushaltsgesetz in Wasserschutzgebieten „bestimmte Handlungen verboten oder für nur eingeschränkt zulässig erklärt werden“ (Wasserhaushaltsgesetz § 52, Abs. 1). Wasserversorger können in Wasserschutzgebieten darüber hinaus Auflagen erlassen, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen. Hierzu gehört etwa das ganzjährige oder zeitlich befristete Verbot der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. In diesen Fällen erhalten die Landwirte Ausgleichszahlungen für die Einhaltung der Auflagen.

Zu c) Anwendung des Wasserhaushaltsgesetzes außerhalb von Wasserschutzgebieten

Das Wasserhaushaltsgesetz von 2009 dient der Umsetzung der Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie, der EU-Grundwasserrichtlinie, der EU-Richtlinie der prioritären Stoffe und der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie in nationales Recht (BMU 2010d, S.36f.). Damit erstreckt sich die Anwendung auch auf Gebiete außerhalb von Wasserschutzgebieten, wie vom SRU gefordert. Allerdings ist damit nicht, wie vom SRU (siehe oben unter 1c) gefordert, eine Erlaubnispflicht für die Durchführung von Düngemaßnahmen außerhalb von Wasserschutzgebieten verbunden.

Das Wasserhaushaltsgesetz gilt zum einen für die Bewirtschaftung von Gewässern und zum anderen für besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen, die sich z.B. auf Wasserschutzgebiete beziehen, in denen es die Definition von Nutzungsbeschränkungen ermöglicht. Die Berücksichtigung landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmethoden außerhalb von Wasserschutzgebieten (siehe oben unter 1c) ist damit nicht Gegenstand des Gesetzes.

Zu 1d) Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) § 3 Abs. 2 Nr. 2

Die SRU-Forderungen von 1985 zur Einbeziehung von Maßnahmen, die im Bereich der Landwirtschaft als Benutzung anzusehen sind, sowie der Gefährdungstatbestände Düngüberschussbetriebe und intensive landwirtschaftliche Nutzung in Lagen mit besonderer Grundwassergefährdung in das Wasserhaushaltsgesetz (SRU 1985, S. 325) sind zwar nicht umgesetzt worden, jedoch definiert die Düngeverordnung Begrenzungen der Düngemengen und Abstandsauflagen.

Zu 1e) Beratung und Umsetzung von Maßnahmen der umweltschonenden Düngung

Eine Reihe der vom SRU 1985 geforderten Maßnahmen der umweltschonenden Düngung ist mit der Düngeverordnung umgesetzt. Diese schreibt die Berücksichtigung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe im Boden bei der Bemessung der Düngergabe vor, außerdem die Berechnung der Nährstoffgehalte der organischen Dünger und ferner die Einhaltung eines Abstands zwischen dem Rand der durch die Düngerstreubreite bestimmten Ausbringungsfläche und der Böschungsoberkante eines Gewässers vorgeschrieben.

Die Lagerung von Gülle, Jauche und Mist wird auf Länderebene geregelt, denn JGS-Anlagen (Jauche, Gülle, Stallmist-Anlagen) wurden aus der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAWS) ausgenommen. Damit gibt es keine bundeseinheitliche Regelung, die bestehenden Länderverordnungen bestehen weiter.

Die Lagerung von Mist in der Feldflur ohne Bodenplatte und Auffangbehälter ist nur zulässig, „wenn Beeinträchtigungen der Oberflächengewässer, des Grundwassers oder des Bodens nicht zu befürchten sind. Dies ist in der Regel der Fall, wenn:

- der Austritt von Sickersaft sowohl unter wie auch seitlich des Zwischenlagers auf geeignete Weise zuverlässig verhindert wird,
- die Zwischenlagerung auf bewirtschafteten Nutzflächen erfolgt und der Lagerplatz jährlich gewechselt wird,
- der Lagerplatz außerhalb von Wasserschutz- und Überschwemmungsgebieten liegt,
- eine Lagerdauer von 5 Monaten nicht überschritten wird,

- von oberirdischen Gewässern ein ausreichender Abstand von 50 m, von nicht ständig wasserführenden Straßengraben und Vorflutgräben ein Abstand von mindestens 20 m eingehalten wird,
- ein Abfließen von Jauche in ein oberirdisches Gewässer ausgeschlossen ist.“ (Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft 2009, S. 11)

Die Forderung des SRU, insbesondere durch Ausweitung der Fruchtfolgen die Anbausysteme zu verbessern, wird erst mit der Agrarreform 2013/14 umgesetzt, welche die Gewährung von Direktzahlungen an die Landwirte an den Anbau von mindestens drei Kulturen jährlich bindet. Im Allgemeinen haben sich die Fruchtfolgen vielfach - auch aufgrund des zunehmenden Anbaus von Mais für Biogasanlagen – jedoch weiter verengt (siehe Kapitel 5.3). Die Wirksamkeit der Greening-Auflagen bleibt abzuwarten.

Zu 1f) Überprüfung der Gülleaufbereitung als gewässerschonende Maßnahme (SRU 1985, S. 326f.)

Gülle ist nach Mais das meist eingesetzte Gärsubstrat in Biogasanlagen (siehe Kapitel 5.3). Die entstehenden Gärreste enthalten z.T. leicht verfügbare Nährstoffe, sind aber „zum Teil schwer definier- und kontrollierbar“, so dass „das Risiko einer nicht pflanzen- und standortgerechten Ausbringung“ steigt (BMU 2010d, S. 108). Eine Überprüfung der Gülleaufbereitung als gewässerschonende Maßnahme hat demnach seit 1985 stattgefunden, allerdings haben sich die Erwartungen des SRU an diese Maßnahme nicht erfüllt.

Zu 1g) Einführung einer Abgabe auf Stickstoff (siehe unten, Kap. 7.2.3, 7.6.1, 7.6.2d).

Zu 2.) Pflanzenschutzmittel (PSM)

Zu 2a) Zulassung

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wurde 1991 mit der EU-Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln EU-weit einheitlich geregelt und 1998 durch eine Änderung des Pflanzenschutzgesetzes in Deutschland umgesetzt. Diese Richtlinie ist zusammen mit einer älteren EU-Richtlinie über das Verbot des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten, 2009 durch die EU- Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln ersetzt worden und seit Juni 2011 in allen Mitgliedsstaaten anzuwenden. In Deutschland wird eine entsprechende Novelle des Pflanzenschutzmittelgesetzes vorbereitet. Aktuell ist ein so genanntes „Übergangsgesetz“ in Kraft.

Die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 nennt neben den Umwelt- und Naturschutzgütern - Wasser, Boden, Luft, Arten – in Artikel 4, 2, e) iii erstmals den Schutz der biologischen Vielfalt „als eigenständige Zielvorgabe für die Risikoregulierung von Pflanzenschutzmitteln“ (Umweltbundesamt: Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten,, S. 35). Darüber hinaus sollen Wirkstoffe mit besonders bedenklichen Eigenschaften (schwer abbaubar, bioakkumulierend, giftig, persistente organische Schadstoffe (POP), krebserregend, hormonell wirkend) verboten werden (Umweltbundesamt, S. 36).

Verantwortlich für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Zusammenarbeit mit dem Julius-

Kühn-Institut, dem Bundesinstitut für Risikobewertung und dem Umweltbundesamt. In Einzelfällen können die Pflanzenschutzdienste der Bundesländer „Anwendungen eines Pflanzenschutzmittels in einem anderen Anwendungsgebiet, als mit der Zulassung festgesetzt wurde“ genehmigen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2010, S. 28).

In Bezug auf die Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln ist eine Reihe von Prüfkriterien vorgeschrieben, die den Forderungen des SRU nahe kommen. So sind Informationen bzgl. der Wirkungen auf Vögel und Säugetiere, Gewässerorganismen, Honigbienen und Bodenorganismen, ebenso wie Informationen über den Verbleib und das Verhalten von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt vorzulegen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2010, S. 52). Neue Erkenntnisse über Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln müssen dem BVL verpflichtend vorgelegt werden. Allerdings sind einige Defizite bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln bisher noch nicht geregelt. So wird im Rahmen der Zulassungsverfahren nicht der Einsatz mehrerer Mittel nacheinander untersucht, was zu „kumulierten Effekten“ führen kann (Umweltbundesamt o.J. d, S. 35). Auch in Bezug auf Abschätzung der Wirkungen auf besonders gefährdete Arten – wie z.B. Amphibien – liegen meist zu wenig Daten bzw. lediglich Labordaten vor bzw. es müssen Rückschlüsse aus Daten gezogen werden, die die Gefährdungssituation anderer Arten beschreiben (Umweltbundesamt o.J. d, S. 35).

Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes ergeben sich somit heute weitere Forderungen in Bezug auf die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Hierzu gehört z.B. die Definition zulassungsübergreifender, integrativer Managementstrategien, „die neben dem Pflanzenschutz auch weitere Aspekte der Landnutzung und ihre Folgen für die Biodiversität“ sowie „gefährdete Arten bei der Risikoregulierung in besonderer Weise“ berücksichtigen (Umweltbundesamt o.J. d, S. 35). Es sind Informationen vorzulegen, welche Arten in mit Pflanzenschutzmitteln belasteten Räumen „typischerweise vorkommen können und zu schützen sind und welche Arten zudem aufgrund ihrer hohen ökologischen Empfindlichkeit gegenüber Pflanzenschutzmitteln als Indikatoren für Beeinträchtigungen der gesamten Lebensgemeinschaft geeignet wären“ (Umweltbundesamt o.J. d, S. 36). In Bezug auf die Berücksichtigung des Schutzzieles Biodiversität im Rahmen der EU-Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln sind entsprechende Kriterien zur Beurteilung zu erarbeiten (Umweltbundesamt o.J. d, S. 36).

„Bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln werden Anwendungsgebiete und Anwendungsbestimmungen (z.B. Abstände zu Gewässern und zu Saumbiotopen) festgesetzt, die vom Anwender einzuhalten sind“ (BMELV 2010, S. 8).

Die Erstgenehmigung von Pflanzenschutzmitteln gilt nach der genannten EU-Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 für 10 Jahre. Der SRU hatte gefordert, die Zulassung auf 5 Jahre zu beschränken.

Zu 2b) Maßnahmen zur Verbesserung der Kriterien zur bestimmungsgemäßen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Die Forderungen des SRU in Bezug auf die Verbesserung dieser Kriterien sind weitgehend umgesetzt. So existiert vielerorts ein Beratungswesen, welches Prognosen über das

zeitliche Auftreten von Schaderregern und Unkräutern und Definitionen wirtschaftlicher Schadschwellen zur Verfügung stellt.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln darf nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden, die u.a. die Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes definiert (Pflanzenschutzgesetz § 3 Abs. 1).

Des Weiteren werden Pflanzenschutzmittel – wie vom SRU gefordert - hinsichtlich ihrer Wassergefährdung in drei Klassen eingeteilt. Die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln definiert darüber hinaus Mittel mit geringem Risiko.

Ebenso ist die Sachkunde der Pflanzenschutzmittel anwendenden Personen vorgeschrieben (§ 10 Pflanzenschutzmittelgesetz, Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung). Die Besitzer von Sachkundenachweisen müssen zukünftig nach dem Pflanzenschutzgesetz 2012 alle drei Jahre an Fortbildungsmaßnahmen teilnehmen.

Zu 2c) Maßnahmen zur Sicherstellung einer sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Wie oben dargestellt ist die SRU-Forderung nach „Regeln für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (...), die Bestandteil der allgemeinen Regeln umweltschonender Landbewirtschaftung werden“ (SRU 1985, S. 329) umgesetzt. So ist die gute fachliche Praxis zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die vor allem auf den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes beruhen, Bestandteil des Pflanzenschutzgesetzes und ab 2014 von jedem Pflanzenschutzmittelanwender einzuhalten. Dies wird durch die Länder kontrolliert und überwacht. Ein Verstoß dagegen kann mit einem Bußgeld bis zu 50.000 € geahndet werden (BMELV 2010, S. 10). Darüber hinaus existiert ein nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, der über verschiedene Maßnahmen die Reduktion von Risiken, die im Zusammenhang mit der Anwendung entstehen, vorsieht (BMELV 2013j). Die Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung schreibt vor, dass professionelle Anwender von Pflanzenschutzmitteln einen Nachweis über ihre Sachkunde zu bringen haben. Die Besitzer von Sachkundenachweisen müssen zukünftig nach dem Pflanzenschutzgesetz 2012 alle drei Jahre an Fortbildungsmaßnahmen teilnehmen. Ab 2015 ist der Sachkundenachweis auch Voraussetzung für den Kauf von Pflanzenschutzmitteln. Des Weiteren sieht der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vor, die Beratung im Bereich Pflanzenschutz weiter zu stärken (BMELV 2013j). Die Einhaltung pflanzenschutzrelevanter Vorschriften mittels Durchführung von Kontrollen obliegt den Bundesländern. Seit 2004 existiert hierfür ein „Pflanzenschutz-Kontrollprogramm“, auf dessen Basis Kontrollen auf der Grundlage von Risikoanalysen durchgeführt werden und ein jährlicher Bericht herausgegeben wird.

Neue Pflanzenschutzgeräte müssen zukünftig einheitliche EU-Normen erfüllen und mit einer CE-Kennzeichnung versehen sein. Auch müssen die Geräte gemäß der Pflanzenschutzgeräteverordnung regelmäßig überprüft werden.

Die Forderungen des SRU zur Verbesserung der Rücknahme und Entsorgung von Pflanzenschutzmitteln sind bisher nicht vollständig umgesetzt. So werden Pflanzenschutzmittel zwar vorwiegend in Kunststoffbehältern vertrieben, aber meist in flüssiger Form und nicht als Granulat, wie vom SRU gefordert. Auch besteht keine

Vorschrift zur Rücknahme von Behältern durch Händler und Hersteller, sondern es wurde Anfang der 1990er Jahre ein freiwilliges Entsorgungssystem der deutschen Pflanzenschutz-Industrie zusammen mit dem Agrargroßhandel (PAMIRA = Packmittel-Rücknahme-Agrar) entwickelt. Bundesweit können an ca. 300 Sammelstellen von den Landwirten Pflanzenschutzmittelverpackungen (entleert, gespült und getrocknet) kostenfrei abgegeben werden (Agravis o.J.).

Die Forderung nach der Durchsetzung des Verbotes „der Einleitung von Spülflüssigkeitsresten in Gewässer oder in die Kanalisation“ wurde bisher nicht umgesetzt (SRU 1985, S. 329); denn es wäre äußerst schwer zu kontrollieren. Jedoch sind Feldspritzen auf dem Acker und nicht auf befestigten Hofflächen zu reinigen.

Die weitere Forderung des SRU, die erforderliche Wirkstoffmenge und die Abdrift durch Anwendung von PSM-Granulaten, Saatgutpillierung, Verbesserung des Eindringens der Wirkstoffe sowie der Haftfähigkeit der Spritzlösung zu reduzieren, hat sich als schwer erfüllbar erwiesen. Zwar wurden seitdem die genannten Maßnahmen weiterentwickelt, jedoch hat sich der Absatz der Pflanzenschutzmittel seit 1994 nicht verringert, sondern ist tendenziell sogar angestiegen (siehe Kapitel 5.2.2). Vom Absatz, kann allerdings noch kein Rückschluss auf die Höhe des Einsatzes gezogen werden, weil Pflanzenschutzmittel auch auf Vorrat gekauft werden. Eine Reduktion des Einsatzes scheint jedoch nicht stattzufinden. Im Übrigen muss allein die Reduktion des Einsatzes noch nicht notwendigerweise zu einer Entlastung der Umwelt führen, da vor allem hochwirksame Pflanzenschutzmittel auch in geringen Mengen ökotoxikologische Wirkungen haben können.

Eine generelle Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln bzw. von dessen Risiken hatte der SRU 1985 nicht gefordert. Da jedoch „das Ziel der Bekämpfung von Schadorganismen stets unmittelbar mit der Verknappung des Nahrungsangebots verknüpft ist“, erscheint es notwendig, den Einsatz von Herbiziden und Insektiziden generell auf ein Mindestmaß zu begrenzen und Flächen von der Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln auszunehmen, z. B. ökologisch bewirtschaftete Flächen, ökologische Ausgleichsflächen (Umweltbundesamt: Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten, S. 345). Eine Möglichkeit, das Risiko für sensible Flächen zu senken, ist das im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln definierte Hot-Spot-Management. Danach können diese Flächen gezielt identifiziert und Maßnahmen wie „regionale Beratungskonzepte“, „besondere Maßnahmen zur Risikominderung bei der Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel oder ein gezieltes Wirkstoffmanagement“ umgesetzt werden (BMELV 2013j, S. 56).

Zur Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes empfahl der SRU 1985 die Einführung einer Abgabe für Pflanzenschutzmittel sowie die Änderung von Qualitätsnormen und Handelsklassen landwirtschaftlicher Erzeugnisse, so dass „die äußere Qualität der Produkte weniger gewichtet wird“ (SRU 1985, S. 330). Beide Forderungen sind bis heute nicht umgesetzt. Vielmehr zeigt sich bei den Qualitätsnormen und Handelsklassen eine Verschärfung der Anforderungen, wobei dies auch dazu beitragen kann, dass Lebensmittel aussortiert werden und nicht in den Verkauf gelangen, was einen nicht unbedeutenden Anteil der Lebensmittelverschwendung ausmacht (Fachhochschule Münster 2012, S. 35; Gustavsson, J. et al. 2011, S. 6).

Eine Steuer auf Pestizide wird auch auf europäischer Ebene diskutiert, erscheint allerdings kaum umsetzbar. Doch wird ihre weitere Untersuchung vorgeschlagen, „um künftig als Indikator für wahre Externalitäten ein Steuerstufensystem einführen zu können“ (Europäische Gemeinschaft 2007, S. 23).

Zu 2d) Unterstützung der Entwicklung alternativer Pflanzenschutzmaßnahmen

An der Entwicklung alternativer Pflanzenschutzmaßnahmen wird in Deutschland an verschiedenen Institutionen geforscht. So entwickelt und bewertet bspw. das Julius-Kühn-Institut Pflanzenschutzverfahren, „die auf der Nutzung natürlicher Antagonisten von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen (insbesondere Schadinsekten und Milben) basieren. Als Gegenspieler kommen natürlich vorkommende Mikroorganismen, Viren, Insekten, Milben und Nematoden in Betracht“ (Julius-Kühn-Institut o.J.). Aber auch im Zusammenhang mit Forschungsaktivitäten zum ökologischen Landbau spielen natürliche Bekämpfungsmaßnahmen im Pflanzenschutz eine bedeutende Rolle. Maßnahmen zu ihrer Entwicklung können auch im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gefördert werden (BMELV 2008a).

Zu 3.) Erosion

Für den Bereich der Erosion definierte der SRU in Bezug auf politische Forderungen nur vage die Berücksichtigung des Themas in Flurbereinigungsverfahren und die Schaffung administrativer Möglichkeiten zum Erosionsschutz. Bedarf sah er in einer geschulten Beratung. Des Weiteren formulierte der SRU ackerbauliche und kulturtechnische Maßnahmen zum Erosionsschutz, deren politische Durchsetzung wurde jedoch nicht weiter konkretisiert (SRU 195, S. 331ff.).

Seit 1985 sind Gesetze und Auflagen zum Boden- und Erosionsschutz erlassen worden. So schreibt die Direktzahlungsverpflichtungs-Verordnung im Rahmen von Cross Compliance seit 2010 eine Einteilung der landwirtschaftlichen Flächen hinsichtlich ihrer Erosionsgefährdung vor. Hierfür wurden sogenannte Erosionskataster erstellt, in denen jede einzelne Fläche hinsichtlich ihrer Erosionsgefährdung klassifiziert ist. Als Kriterium der Wasser-Erosionsgefährdung wurden die Hangneigung und die Bodenart bewertet. Die Hanglänge von Feldschlägen geht in die Bewertung der Erosionsgefährdung bisher nicht ein, da die Ermittlung der erosiven Hanglänge nicht ohne weiteres möglich ist. Zukünftig werden über den Einsatz von GIS-Instrumenten jedoch Möglichkeiten zur Verfügung stehen, die hinsichtlich der Bewertung der Erosionsgefährdung relevante Größe der Hanglänge von Schlägen in die Bewertung zu integrieren.

In Norddeutschland sind zwischen 3 und 13% der Flächen als winderosionsgefährdet eingestuft und 0 bis 7% als wassererosionsgefährdet. In Süddeutschland betragen die entsprechenden Gefährdungsbereiche 8 bis 40% bzw. 0 bis 2% der Flächen (BMELV: Verbesserte Maßnahmen zum Schutz vor Erosion, Internet).

Gemäß den Erosionsgefährdungsklassen (Wassererosionsgefährdungsklasse 1 und 2, Winderosionsgefährdung) müssen auf den Flächen entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden (siehe Abb. 131). Die Auflagen entfallen bei Teilnahme an einem der Agrarumwelt-Programme für Mulchsaatverfahren, Winterbegrünung, Grünstreifen zum Gewässerschutz bzw. bei Wassererosionsgefährdungsklasse 1, wenn eine Querbewirtschaftung der Flächen erfolgt.

Abb. 130: Auflagen entsprechend der Einteilung nach Wasser-Erosionsgefährdungsklassen

CC_{Wasser1} Auflagen gelten nur, wenn Bewirtschaftung nicht quer zum Hang		Pflug nur, wenn Aussaat vor 1.12.	kein	
CC_{Wasser2}	Reihen- kulturen*	Pflug nur bei unmittelbar folgender Aussaat	Pflug	kein Pflug
	Andere Früchte			Pflug nur bei unmittelbar folgender Aussaat
*Reihenabstand ≥ 45 cm		Ernte Vorfrucht	1.12.	15.2.
				Ernte

Quelle: : Darstellung nach Brandhuber, R., 20102 ,S. 26

7.2.3 Zusammenfassende Bewertung

Eine Reihe der vom SRU 1985 formulierten Forderungen zur Begrenzung der Emissionen aus der Landwirtschaft sind mittlerweile umgesetzt. Allerdings sind die Belastungen der Umwelt- und Naturressourcen durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie durch Erosion nach wie vor sehr hoch, und der relative Anteil der Belastungen aus der Landwirtschaft hat vielfach sogar noch zugenommen, da andere Schadstoffquellen reduziert wurden (siehe z.B. Kapitel 6.7). Nicht umgesetzt wurden Forderungen des SRU, ökonomische Anreizmechanismen wie Steuern oder Abgaben zur Reduzierung des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln einzuführen. Auch die (optischen) Qualitätsanforderungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse wurden nicht reduziert, sondern im Gegenteil eher verschärft. Dadurch tragen sie zu einem hohen Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, aber auch zu hohen Verlusten konsumfähiger Ware bei.

Durch Gesetze und Verordnungen sind Auflagen für den Umgang mit Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie zur Vermeidung von Erosion definiert. So liegt aus Sicht des BMELV das „notwendige rechtliche Instrumentarium (...) vor, um einen sachgerechten Pflanzenschutz zu sichern und erkannte Vollzugsdefizite zu beseitigen“ (BMELV 2008a, S. 8). Doch haben diese Maßnahmen „bisher nur partiell Wirkung gezeigt“ (Umweltbundesamt 2010c, S. 11). So werden die Maßnahmen der guten fachlichen Praxis als Minimalkompromiss zwischen ökonomischen und ökologischen Ansprüchen angesehen (Taube, F. 2012a). Insgesamt hat sich der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln nicht wesentlich reduziert (siehe Kapitel 5.2.2) und die angestrebten Bilanzwerte, wie sie z.B. für die Düngung oder Zustandsverbesserungen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie definiert sind, werden nicht erreicht. Auch wenn mit Verbesserungen des Zustandes der Umwelt- und Naturgüter vielfach erst in längeren Zeiträumen gerechnet werden kann, deutet der Umstand, dass der Input der genannten Betriebsmittel sich nicht wesentlich reduziert hat, an, dass weitere Anstrengungen unternommen werden müssen, um die Risiken, die mit dem Eintrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verbunden sein können, zu reduzieren. Hierzu kann „eine rechtlich verbindliche Verankerung von Mindeststandards der Boden- und

Gewässerschutzpolitik in der guten fachlichen Praxis“ gehören, sowie die Umsetzung von Maßnahmen, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen (Umweltbundesamt 2010c, S. 19 und 26).

In Bezug auf die Düngeverordnung werden u.a. von der Bund-Länder-AG Düngeverordnung (BLAG) sowie weiteren Akteuren folgende konkrete Forderungen formuliert, die in der Novellierung der Düngeverordnung aufgegriffen werden sollten bzw. mit den Ländern abzustimmen sind:

- Gärreste aus Biogasanlagen als Wirtschaftsdünger in der Bilanz zu berücksichtigen, und dabei die Gesamtstickstoffmenge und „nicht nur den Anteil tierischer Herkunft zu berücksichtigen (Umweltbundesamt 2010c, S. 35).
- Deutliche Verlängerung der Sperrfristen zur Ausbringung von organischen Wirtschaftsdüngern, um den Zeitraum der Ausbringung und des Nährstoffbedarfs besser aufeinander abzustimmen
- Erweiterung der Lagerkapazität für auf dem Betrieb anfallende organische Wirtschaftsdünger auf mindestens 9 Monate, ebenfalls um den Zeitraum der Ausbringung und des Nährstoffbedarfs besser aufeinander abzustimmen
- Verbindliche Einführung der bodennahen Ausbringung mittels Schleppschlauch, Schleppschuh oder Schlitzverfahren, um die gasförmigen Verluste zu minimieren und die Nährstoffverfügbarkeit und Verwertung zu erhöhen
- Streifenförmige Ablage von Gülle auf bewachsenen Flächen (Schleppschlauch, Schleppschuh)
- Anwendung von Geräten zur Ausbringung mit höchster Verteil- und Dosiergenauigkeit
- Unverzügliche Einarbeitung organischer Düngemittel
- Konkretisierung absoluter Ausbringungsverbote (z. B. wassergesättigte, gefrorene Böden, grundwasserbeeinflusste Standorte, hängige Flächen, Abstände zu Gewässern).
- Höhere Anrechnung/Berücksichtigung (60% bei einmaliger Anwendung, 80% bei zweimaliger oder mehrfacher Anwendung) der organischen Wirtschaftsdünger (aus tierischer und pflanzlicher Herkunft)
- Kein Aufbringen N-haltiger Düngemittel nach der Ernte der letzten Hauptfrucht zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh, wenn keine Zwischen- oder Winterfrucht folgt, da kein Nährstoffbedarf besteht.
- Begrenzung der Phosphatdüngung auf hoch und sehr hoch mit Phosphat versorgten Böden auf die durchschnittliche Nährstoffabfuhr mit Ernteprodukten
- Verpflichtende Anwendung von betriebseigenen Analysewerten für organische Wirtschaftsdünger / Gärreste
- Verbindlicher Nährstoffvergleich auf Berechnungsbasis der Hoftor-Bilanz
- Verbindliche Vorgaben zur Einhaltung der vorgegebenen betrieblichen N-Salden und Sanktionierung bei Nichteinhaltung dieser Vorgaben.

- Konkrete Vorgaben zur Düngeplanung, schlagspezifischen Dokumentation und Aufzeichnungspflicht. Bereitstellung entsprechender Daten für Aufgaben der Wasserbehörden (Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2012)
- Festlegung spezifischer Werte für zulässige Überschüsse (N, P) in Abhängigkeit des Betriebstyps (Einteilung nach ausgebrachtem N-Zufuhr über organische Düngung und P-Bodengehaltsklasse)
- Berücksichtigung von NH₃-Emissionen: Ausweisung von Mittelwerten der NH₃-Austräge auf Betriebsebene
- Ahndung von Ordnungswidrigkeiten: Überschreitung der zulässigen Überschüsse – Verpflichtung zur Inanspruchnahme von Beratung; mehrmaliges Überschreiten – Ordnungswidrigkeit, evtl. befristete Kürzung der zulässigen Höchstfracht (VDLUFA Arbeitskreis Nachhaltige Nährstoffhaushalte 2012).
- Anrechnung pflanzlicher Anteile in Gärrückständen auf die maximale Ausbringungsmenge für organischen Stickstoff mit Wirtschaftsdünger (Umweltbundesamt 2009d, S. 6)
- Vermeidung des Eintrags von Nährstoffen in Gewässer durch Einhaltung von Abständen (mind. 1 m) und Vermeidung von Erosion (Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung, 2012)
- Konkretisierung absoluter Ausbringungsverbote.

Neben den Regelungsdefiziten ergeben sich aber auch Vollzugsdefizite. So lassen unspezifische Anforderungen Anwendungsspielräume im Einzelfall zu, und insbesondere die Kontrolle der großen Zahl landwirtschaftlicher Betriebe und landwirtschaftlicher Flächen ist schwierig bzw. unmöglich. Die Einhaltung von Cross Compliance wird nur an 1% der Betriebe jährlich kontrolliert. Daneben spielen bewirtschaftungs- und witterungsbedingte Einflüsse eine entscheidende Rolle bei der Entstehung negativer Umwelteffekte (Möckel, S. 2011).

7.3 Umweltschonende Landwirtschaft durch Anbausysteme und Fruchtfolgen

7.3.1 Forderungen des SRU 1985

Inhaltliche Forderungen

Der SRU kritisierte 1985 eine zunehmende Spezialisierung der modernen Landwirtschaft, vor allem die Abkehr von vielseitigen, weiten Fruchtfolgen und die Zunahme des Einsatzes „externer Produktionshilfsmittel“ (SRU 1985, S. 333). Er forderte die Ausdehnung von Fruchtfolgen und die Stärkung des Kreislaufgedankens. Hierfür sollte eine bessere Abstimmung „verschiedener Aktivitäten der pflanzlichen und tierischen Erzeugung“ stattfinden (SRU 1985, S. 333), „der Fruchtfolge ihre zentrale Rolle in der Landbewirtschaftung“ zurückgegeben werden, um diese wieder zu stärkerer System-Orientierung zu bringen, die durch die Attribute „vielseitig“ und „komplex“ sowie die Kombination Pflanze-Tier gekennzeichnet ist“ (SRU 1985, S. 334).

Verbesserungen der Fruchtfolgegestaltung ließen sich nach Ansicht des SRU durch die Berücksichtigung folgender Kriterien erreichen:

- der humusmehrenden bzw. humuszehrenden Wirkung von Fruchtfolgegliedern,
- der Dauer und Dichte der Bodenbedeckung zum „Schutz des Bodens vor Strahlungs- und Niederschlagseinwirkungen sowie vor Erosion“,
- der Bodendurchwurzelung zur Lockerung, Nährstofferschließung und Humuswirkung,
- den Arbeitsgängen und der Befahrung (Termine, Anzahl, Intensität, Maschinengewicht, Spurdichte) zur Vermeidung der Beeinträchtigung des Bodenlebens und des Bodengefüges.

Politische Forderungen

1.) Schaffung von Anreizen zur Ausdehnung der Fruchtfolge als Aufgabe der Agrarpolitik

- a) Schaffung wirtschaftlicher Anreize zur Förderung der Anbauvielfalt
 - gezielte Anreize zur Ausweitung einseitiger Fruchtfolgen insbesondere durch Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen)
 - Minderung des Anbaus von Silomais und Ausdehnung von Klee gras und Luzerne im Feldfutterbau
- b) Eröffnung von Märkten für
 - Körnerleguminosen
 - Kartoffeln, z.B. durch den Anbau stärkereicher Sorten für Futtermittel oder Alkoholgewinnung
- c) Beschränkung und Verteuerung des mineralischen Stickstoffs (würde den Maisanbau einschränken)

2.) Schaffung von Beratung

- Anbauberatung auf Basis von Schlagkarteien (wie in Bayern)
- Beratungswesen, das „insbesondere Wert auf eine bessere Anpassung der Bodennutzung an die vorgegebenen Standortbedingungen“ legt (SRU 1985, S. 338)
- Beratung zur Ausdehnung des Körnerleguminosenanbaus

3.) Forschung und Entwicklung

- Durchführung von Untersuchungen zum integrierten Anbau (SRU 1985, S. 336)
- Weiterentwicklung des „alternativen“ Landbaus

4.) Ausdehnung von Erhebungs- und Überwachungssystemen

- Statistische Erhebung zum Pflanzenbau, insbesondere zum Zwischenfruchtanbau, getrennt nach Verwendung als Futter oder Gründüngung (SRU 1985, S. 338)

7.3.2 Umsetzungsstand der Forderungen

Zu 1.) Schaffung von Anreizen zur Ausdehnung der Fruchtfolge als Aufgabe der Agrarpolitik

Mit der EU-Agrarreform von 2003 wurde eine agrarpolitische Steuerung der Art der Flächennutzung grundsätzlich aufgehoben. Direktzahlungen der 1. Säule wurden unabhängig davon gewährt, welche Kulturen auf der Fläche angebaut werden. Für Eiweißpflanzen wurde jedoch kurzfristig in Deutschland eine Ausnahme gewährt, so dass bis 2011 eine Zahlung von ca. 56 €/ha erfolgte.

Für Empfänger von Direktzahlungen wurden jedoch die Cross Compliance-Regelungen eingeführt, die an die Erbringung bestimmter Umweltleistungen gebunden sind und auch die Fruchtfolge betreffen. Diese schreiben die Einhaltung einer mindestens dreigliedrigen Fruchtfolge vor. Alternativ kann eine Humusbilanz erstellt bzw. eine Bodenuntersuchung durchgeführt werden. Auch in der Diskussion um die Agrarpolitik nach 2013 spielt die Gestaltung der Fruchtfolge eine Rolle, allerdings ist ein Einfluss auf die Ausdehnung oder Einschränkung einzelner Fruchtfolgeglieder nicht vorgesehen.

Die Vielfältigkeit von Fruchtfolgen wird in vier Bundesländern auch über Agrarumweltprogramme gefördert. Die GAK fordert für das Angebot einer solchen Maßnahme eine mindestens 5-gliedrige Fruchtfolge (Thomas, F. et al. 2009, S. 31). Im Rahmen dieser Maßnahmen ist auch eine Beschränkung einzelner Fruchtfolgeglieder möglich. So bietet z.B. Bayern die Maßnahme „extensive Fruchtfolge“ an, die eine Begrenzung des Maisanteils auf max. 20% bzw. eine Begrenzung von Intensivkulturen auf max. 33% der Fläche vorsieht (Staffelung der Zuwendungen nach Kulturart 42-152€/ha). Des Weiteren wird der ökologische Landbau im Rahmen der Agrarumweltprogramme gefördert. Da dieser auf den Einsatz synthetischer Pflanzenschutz- und Düngemittel verzichtet, ist bei ihm von der Ausnutzung positiver Effekte einer vielfältigen Fruchtfolge auszugehen.

Durch die Definition einer Eiweißstrategie (siehe nächster Absatz) können insbesondere für Leguminosen heimische Märkte erschlossen werden.

Der Einsatz von mineralischem (und organischem) Stickstoff ist durch die Düngeverordnung begrenzt. Eine Verteuerung des mineralischen Stickstoffs durch eine Steuer oder Abgabe ist bisher nicht umgesetzt.

Zu 2.) Beratung

Als Beratungsgrundlage wird mittlerweile in vielen Betrieben die Schlagkartei genutzt, und die elektronische Datenverarbeitung und das Internet haben dafür Möglichkeiten geschaffen, die 1985 noch nicht denkbar waren.

Daneben wird der Anbau von Eiweißfuttermitteln wie Ackerbohnen, Erbsen, Sojabohnen usw. z.B. durch Verstärkung der Forschungs- und Beratungsaktivitäten z.B. in Bayern forciert (Eiweißstrategie). Auch das BMELV erarbeitet aktuell eine Eiweißstrategie, die neben Forschungsaktivitäten auch die Möglichkeit der Förderung des Eiweißpflanzenanbaus im Rahmen von Agrarumweltprogrammen vorsieht.

Zu 3.) Forschung und Entwicklung

Seit 1985 wurden vielfältige Forschungsaktivitäten in den Bereichen integrierter und „alternativer“ Anbau umgesetzt. Der integrierte Anbau wird heute als Grundlage der guten fachlichen Praxis angesehen und in Gesetzen und Verordnungen für spezifische Anwendungsbereiche definiert. Der alternative Anbau – heute als ökologischer Landbau bezeichnet – hat sich seit 1985 stark weiterentwickelt (siehe Kapitel 5.2.3). Weiterhin bestehen jedoch Forschungsfragen bzgl. des integrierten und des ökologischen Landbaus z.B. hinsichtlich der Umwelt- und Naturschutzwirkungen und der Optimierungsmöglichkeiten zur Minimierung negativer Effekte auf den Umwelt- und Naturschutz.

Zu 4.) Ausdehnung von Erhebungs- und Überwachungssystemen

Der SRU forderte 1985, die statistischen Erhebungsverfahren der pflanzenbaulichen Maßnahmen, insbesondere des Zwischenfruchtanbaus, zu verbessern (SRU 1985, S. 338). Dazu werden heute vielfältige Daten erhoben und veröffentlicht. Auch zum Zwischenfruchtanbau werden statistische Daten getrennt nach Verwendung (Gründüngung, Futtergewinnung, Energiegewinnung) erfasst.

7.3.3 Zusammenfassende Bewertung

Die Forderungen des SRU, Anreize zur Ausdehnung der Fruchtfolge durch die Agrarpolitik zu schaffen, werden heute zum einen durch Auflagen im Rahmen von Cross Compliance und zum anderen durch die Agrarumweltprogramme der 2. Säule umgesetzt. Dennoch haben sich die Fruchtfolgen – verstärkt durch den Anbau von Biomasse – weiter verengt (siehe Kapitel 5.3). Auch die Umsetzung der weiteren Forderungen des SRU zur Schaffung von Beratungs-, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie Ausdehnung von Erhebungs- und Überwachungssystemen haben daran nichts geändert. Diese Entwicklung zeigt, dass weitere Anstrengungen notwendig sind, um einer Einengung von Fruchtfolgen entgegen zu wirken.

7.4 Informations- und Überwachungssystem Landwirtschaft

7.4.1 Forderungen des SRU 1985

Zur Sicherung umweltschonender Wirtschaftsweisen der Landwirtschaft sind „Beobachtungen der Umwelt und Beaufsichtigung der Betriebe“ notwendig (SRU 1985, S. 338). Die Erhebung von Daten ist erforderlich, damit landwirtschaftliche Beratung, Landschaftsplanung und Flurbereinigung entsprechend agieren können, Übertretungen rechtlicher Verpflichtungen durch Landwirte dokumentiert und ökologische Fehlentwicklungen frühzeitig festgestellt werden können (Frühwarnsystem). Informationen aus Messungen und Beobachtungen können aber auch dem Beratungswesen und damit den wirtschaftlichen Interessen der Landwirte dienen. Der SRU entwarf daher 1985 eine Konzeption eines Informations- und Überwachungssystems von Landwirtschaft und Umwelt unter räumlichen Aspekten, das neben landwirtschaftlichen Flächen auch nicht-landwirtschaftlich genutzte Flächen in Deutschland einschloss. Als Grundlage eines solchen Systems sollten eine räumlich feingliedrige Dokumentation z.B. durch Flächennutzungskarten und Flugzeug- bzw. Satellitenbilder und die Verbreiterung des bis dahin praktizierten Erhebungsumfangs

dienen, um „zu gesicherten Aussagen mit einem regionalen Bezug zu kommen“ (SRU 1985, S. 339).

Tab. 67: Ziele des vom SRU 1985 konzipierten Informations- und Überwachungssystems

Schutz der Landwirtschaft selbst vor nachteiligen Einflüssen
Sicherstellung einer umweltschonenden Bewirtschaftung
Bewahrung der nicht zur Landwirtschaft gehörenden Ökosysteme und Umweltmedien vor nachteiligen Einflüssen aus der Landwirtschaft

Quelle: SRU 1985, S. 340

Zu überwachen sind im Rahmen des Systems sowohl die „Einträge (Inputs), die internen Zustände und Vorgänge sowie die Austräge (Outputs)“ (SRU 1985, S. 340).

Als Einträge (Inputs) sind zu erfassen:

- Luftgetragene Schadstoffe (Immissionen und Depositionen)
- Eintrag von Schadstoffen über Beregnungswasser
- Eintrag von Betriebsmitteln (Pflanzenschutzmittel, Düngemittel [organisch und mineralisch], Futtermittel, Tierpharmaka, Kraftstoffe)
- auf landwirtschaftliche Flächen ausgebrachte Mengen an Klärschlamm, Flusssedimenten, Müllkomposten und deren Schadstofffrachten (SRU 1985, S. 341)

Als Austräge (Outputs) mit negativen Einflüsse auf die Umwelt sind zu erfassen:

- Auswaschung von Nitraten
- Mobilisierung von Schwermetallen im Boden
- Abschwemmung von Phosphaten und Nitraten in Oberflächengewässer
- Austrag von Pflanzenschutzmitteln
- Austrag von Silage-Sickerwässern
- Gehalt landwirtschaftlicher Produkte an naturfremden Stoffen
- Emission von luftfremden Stoffen und Gerüchen (SRU 1985, S. 341f.)

Für die internen Zustände und Vorgänge sind nach SRU zu beobachten:

- Boden: Bodenzustand, Bodenbearbeitung, Stoffumsätze im Boden
- Landwirtschaftliche Infrastruktur: Flurgestalt, Schlaggrößen, Landschaftselemente, Wegenetz, landwirtschaftliche Wasserwirtschaft, Meliorationsmaßnahmen
- Pflanzenbau: Anbauverhältnisse, Art und Qualität der Kulturpflanzen und des Saatgutes, Fruchtfolgen, Bodenbearbeitungs-, Pflege- und Erntemaßnahmen
- Viehwirtschaft: Haltungsformen und deren Umweltfolgen, Zahl und Artenzusammensetzung der Viehbestände, Futtermittellieferung (SRU 1985, S. 342).

Zur Bewertung der erhobenen Daten sind fachlich abgesicherte Maßstäbe notwendig, die auch 1985 vielfach schon durch rechtliche Normen des Umweltrechtes definiert waren (SRU 1985, S. 345). Dabei bezogen sich die Werte vielfach auf Immissionsgrenzwerte. Konzentrations- oder Depositionsgrenzwerte lagen häufig nicht vor. In Bezug auf die System-Austräge waren Konzentrationsgrenzwerte für die Belastung von Lebensmitteln, Grundwasser und einige Luftschadstoffe verfügbar. Die internen Vorgänge ließen sich meist nur durch die Definition von Regeln für die umweltschonende Landwirtschaft zusammenfassen. Insbesondere für den Boden lagen Grenzwerte lediglich für die Klärschlammausbringung vor (SRU 1985, S. 345).

7.4.2 Umsetzungsstand der Forderungen

Seit 1985 hat sich die Datensituation insbesondere durch die elektronische Datenerfassung und Bearbeitung maßgeblich weiter entwickelt. Auf Betriebsebene werden heute auch aufgrund der geforderten Berichterstattung weitgehend alle Eingänge und landwirtschaftlichen Vorgänge innerhalb des Betriebes erfasst. Ebenso werden die negativen Folgen der Landbewirtschaftung durch Messnetze erhoben und bewertet.

In Bezug auf die Bewertung der Daten wurden die Normen des Umweltrechtes weiter entwickelt, daneben weitere Bewertungssysteme definiert und umgesetzt. Allerdings sind, wie auch schon 1985, z.B. für das Schutzgut Boden nur wenige Grenzwerte für die Beschränkung negativer Wirkungen festgesetzt. Dies betrifft beispielsweise das Maschinengewicht hinsichtlich der Vermeidung von Bodenverdichtungen. Zur Erkennung von schädlichen Bodenveränderungen wird ein Untersuchungsprogramm auf Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt (Umweltbundesamt o.J. d, S. 16, nach Barth, N. et al.)

7.4.3 Zusammenfassende Bewertung

Die Forderungen des SRU hinsichtlich der Datenerfassung können als weitgehend umgesetzt bewertet werden. Die Datenerfassung auf betrieblicher Ebene hat sich seit 1985 – auch aufgrund der elektronischen Möglichkeiten der Datenerfassung und -verarbeitung - weiter fortentwickelt. Eine Vielzahl von Daten zu Inputs in den landwirtschaftlichen Betrieb, zu internen Vorgängen hinsichtlich der Produktionsstrukturen sowie zu den landwirtschaftlichen Erträgen wird heute erfasst und ist verfügbar. Ebenso wird die Entwicklung der Belastung der Umwelt- und Naturschutzgüter durch eine Reihe von Messnetzen überwacht. Allerdings ergeben sich Lücken bei der Überwachung einzelner Umwelt- und Naturschutzgüter wie z.B. dem Boden und Probleme beim Datenaustausch, d.h. dem Zugriff und der Verwendbarkeit von Daten.

Weiterer Forschungs- und Erhebungsbedarf besteht hinsichtlich der Bewertung der erhobenen Daten und der Definition von Grenzwerten der Belastung der Umwelt- und Naturschutzgüter. Des Weiteren sind auch neue Entwicklungen in der landwirtschaftlichen Produktion hinsichtlich der Risikobewertung und des Risikomanagements zu betrachten.

7.5 Rechtliche Rahmenbedingungen für das Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt

7.5.1 Forderungen des SRU 1985

Inhaltliche Forderungen

Der SRU forderte 1985 zu „einer gedeihlichen Entwicklung des Verhältnisses von Landwirtschaft und Umwelt“ (SRU 1985, S. 352)

- a) die Streichung der Landwirtschaftsklauseln
- b) die Einführung von Betreiberpflichten für die Landwirte
- c) die Erarbeitung von Regeln der umweltschonenden Landbewirtschaftung.

Politische Forderungen

- a) Streichung der Landwirtschaftsklausel

Das Bundesnaturschutzgesetz von 1976 sowie die darauf bezogenen Landesnaturschutzgesetze definierten, dass die „ordnungsgemäße Land- und Forstwirtschaft nicht als Eingriff in Natur und Landschaft“ gelte – wobei der Begriff „ordnungsgemäß“ aber nicht definiert war. Der SRU bewertete diese Landwirtschaftsklausel als „falsches Signal zum falschen Zeitpunkt im falschen Gesetz“ und forderte die „Korrektur dieser gesetzgeberischen Fehlleistung“ (SRU 1985, S. 353). Darüber hinaus sah es der SRU als notwendig an, die „landwirtschaftlichen Betriebsweisen in verschiedene Belastungskategorien einzustufen“ (SRU 1985, S. 353). Er schlug dazu eine Einteilung in drei Kategorien in Abhängigkeit von der Umweltbelastung der Betriebsweisen vor und forderte eine politische Entscheidung, welche „Betriebsweisen noch nach Art und Ausmaß hingenommen werden sollen“ (SRU 1985, S. 354).

- b) Einführung von Betreiberpflichten

Der SRU forderte 1985 die Einführung von landwirtschaftlichen Betreiberpflichten und deren Verankerung im Naturschutzgesetz (SRU 1985, S. 354). Die allgemeinen Grundpflichten sollten das „Vorsorgeprinzip für die Landwirtschaft zum Ausdruck bringen“ und der Vermeidung von Beeinträchtigungen dienen (SRU 1985, S. 355). Im Rahmen der speziellen Grundpflichten sollten die Landwirte verpflichtet werden, bestimmte Regeln der umweltschonenden Landbewirtschaftung einzuhalten. Hierbei sollten sowohl Empfehlungen (z.B. zur Fruchtfolgegestaltung) als auch strikte Gebote und Verbote (z.B. zum zulässigen Maß der Düngung) formuliert werden (SRU 1985, S. 355). Diese sollten für folgende Bereiche formuliert werden (SRU 1985, S. 356f.)

- Düngung
- Pflanzenschutz
- Bodenbearbeitung und Bodenpflege
- Anbausysteme und Fruchtfolgen
- Flurgestaltung, Nutzungsänderung und Melioration
- Tierhaltung
- Tierfutterbereitung

- Landwirtschaft auf kontaminierten Flächen

7.5.2 Umsetzungsstand der Forderungen

a) Streichung der Landwirtschaftsklausel

Seit der Novellierung 1998 enthält das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) die Landwirtschaftsklausel nicht mehr. Eine Einteilung der Betriebstypen hinsichtlich ihrer Umweltbelastung erfolgte jedoch nicht.

b) Einführung von Betreiberpflichten

Die Forderung des SRU, Betreiberpflichten im Naturschutzgesetz zu verankern, ist bis heute nicht umgesetzt. Allerdings wurden seit 2003 im Bundesnaturschutzgesetz Anforderungen an die „gute fachliche Praxis“ definiert (§ 5 Absatz 2 BNatSchG 2009). Diese müsten jedoch im Fachrecht präzisiert werden, um zu greifen. Seit 2005 sind die Landwirte außerdem dazu verpflichtet, Auflagen der Agrarpolitik im Bereich des Umwelt, Tier- und Verbraucherschutzes (Cross Compliance) einzuhalten, um Förderungen der 1. Säule (Direktzahlungen) zu erhalten. Diese Auflagen können ansatzweise als Teil notwendiger Betreiberpflichten angesehen werden. Insgesamt bleiben Cross Compliance und die Definition der guten fachlichen Praxis jedoch hinter den Erwartungen des SRU zurück.

7.5.3 Zusammenfassende Bewertung

Wie vom SRU gefordert, enthält das Naturschutzrecht seit 1998 keine Landwirtschaftsklausel mehr. Die Einführung von Betreiberpflichten in der vom SRU 1985 dargestellten Art und Weise wurde zwar nicht umgesetzt, doch wurden seit 1985 eine Vielzahl von Empfehlungen im Rahmen der guten fachlichen Praxis definiert, die in die Richtung von Betreiberpflichten weisen. Vor allem hat die Agrarreform von 2003 – auch im Rahmen von Cross Compliance – Ge- und Verbote eingeführt, die mit empfindlichen Restriktionen für die Landwirtschaft verbunden sein können. Dennoch haben bisher weder die Streichung der Landwirtschaftsklausel noch die genannten Empfehlungen, Ge- und Verbote die Belastungen von Umwelt- und Naturschutzgütern durch die landwirtschaftliche Produktion wesentlich vermindern können. Die Definition der guten fachlichen Praxis entspricht auch nur einem Handlungsrahmen, da dessen Nicht-Einhaltung mit Ausnahme der Cross Compliance-Regelungen mit keinen Konsequenzen verbunden ist.

7.6 Agrarpolitische Voraussetzungen einer umweltschonenden Landwirtschaft

7.6.1 Forderungen des SRU 1985

Inhaltliche Forderungen

Der SRU war 1985 der Meinung, dass die damaligen europäischen agrarpolitischen Rahmenbedingungen „wesentlichen Anteil an der Förderung einer ökologisch bedenklichen Intensität der Landschaftsnutzung und an der Entstehung ökonomisch nicht gerechtfertigter Marktungleichgewichte auf den wichtigsten Agrarmärkten haben“ (SRU 1985, S. 357). Der SRU erörterte daher zur Verringerung der Agrarproduktion und

der Agrarüberschüsse die Möglichkeiten der „Kontingentierung der Produkte und/oder Produktmengenbegrenzung über Preissenkungen“ und der „Begrenzung des Faktoreinsatzes über Verteuerung oder Kontingentierung der Betriebsmittel im weitesten Sinne (einschließlich der Flächen)“ (SRU 1985, S. 358). Er sprach sich für „eine allmähliche, aber kontinuierliche Reduzierung des gestützten Agrarpreisniveaus“ aus, „bis das Marktgleichgewicht erreicht ist“ (SRU 1985, S. 360). „Der dadurch entstehende Einkommensdruck soll im Rahmen der bestehenden sozial- und strukturpolitischen Maßnahmen nur zum Teil ausgeglichen werden“ (SRU 1985, S. 360).

Des Weiteren bewertet der SRU die agrarpolitischen Beschlüsse der Europäischen Union von 1984 und kam zu der Einschätzung, dass trotz „des teilweisen Gleichklangs agrar- und umweltpolitischer Zielsetzungen (...) es in Wirklichkeit nicht zu spürbaren Entlastungen der Umwelt“ kommt (SRU 1985, S. 362). Verantwortlich macht der SRU dafür folgende Tatbestände:

- Die Preissenkungen bleiben mit 0,6% hinter dem Umfang zurück, der für einen Marktausgleich notwendig wäre;
- Die „Quotierung der Milch stabilisiert das Produktionsniveau weit oberhalb des Marktausgleichs“;
- Die von der Preissenkung und der Milchquote ausgehenden Anreize, „Flächen aus der Produktion zu nehmen oder die Bewirtschaftungsintensität zu vermindern, werden durch die Ausgleichszahlungen zumindest neutralisiert“;
- „In Einzelbereichen werden dadurch sogar deutliche ökologische Fehlentwicklungen ausgelöst“, z.B. der Umbruch von Grünland (SRU 1985, S. 362).

Der SRU empfahl 1985 die Einführung einer Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung, eine Reform der Agrarstrukturpolitik sowie die Einführung von Bewirtschaftungsbeiträgen zur Honorierung externer Leistungen der Bodenproduktion (SRU, 1985, S. 362ff.).

Politische Forderungen

a) Senkung der Agrarpreise

Der SRU drängte 1985 auf eine Korrektur der Agrarmarkt-, Agrarpreis- und Agrarstrukturpolitik, um den umweltpolitischen Forderungen an die Landwirtschaft (Sicherung und Freisetzung ausreichender Flächen für naturbetonte Biotope, Emissionsbegrenzung für intensive Produktionsweisen, Erhöhung der Diversität der agrarischen Produktion, insbesondere durch Erweiterung der Fruchtfolgen) Rechnung zu tragen (SRU 1985, S. 357). Der SRU trat daher „für eine allmähliche bzw. sofortige Senkung der Agrarpreise ein“, um die Überschussproduktion zu verringern. Die Kontingentierung der Produkte zu diesem Zwecke lehnte der SRU ab (SRU 1985, S. 359). Die entstehenden Einkommensverluste sollten, wie oben erwähnt, „im Rahmen der bestehenden sozial- und strukturpolitischen Maßnahmen nur zum Teil ausgeglichen werden“ (SRU 1985, S. 360).

b) Änderung der Agrarstrukturpolitik

In Bezug auf die Agrarstrukturpolitik forderte der SRU eine grundlegende Reform der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“, da die geförderten Maßnahmen (insbesondere überbetrieblich orientierte Entwässerungsmaßnahmen, kulturbautechnische Maßnahmen, einzelbetriebliche Förderung) mit negativen Effekten für den Umwelt- und Naturschutz verbunden seien (SRU 1985, S. 366). Ökonomische Anreize zur weiteren Intensivierung sollten abgebaut werden. Der SRU sah die Notwendigkeit, „Transferzahlungen an die Landwirtschaft (...) auf jeden Fall umweltverträglich“ zu gestalten und Mittel der Gemeinschaftsaufgabe auch für die Sicherung ökologischer Vorrangflächen zu verwenden (SRU 1985, S. 367).

c) Einführung regionaler Bewirtschaftungsentgelte als Entgelt für Umweltleistungen

Der SRU empfahl die Einführung von Bewirtschaftungsbeiträgen, durch die Umweltleistungen der Landwirtschaft entgolten werden sollten. Nicht jeder Landwirt hätte demnach Anspruch auf Bewirtschaftungsbeiträge, sondern nur derjenige, der entsprechende Leistungen erbrächte. Die Festsetzung und Bewilligung von Bewirtschaftungsbeiträgen sollte auf regionaler Ebene (Landkreis) erfolgen (SRU 1985, S. 371).

d) Einführung einer Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung

Des Weiteren sprach sich der SRU für die Einführung einer Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung aus. Er empfahl eine Abgabe für mineralischen Stickstoffdünger, die zu einer Verdopplung des Marktpreises führen würde, zugleich aber auch die Gewährung eines Ausgleichs für die Landwirte in Form eines Festbetrages pro bewirtschaftetem Hektar erlaube (SRU 1985, S. 362ff). Die Ausgestaltung dieser Abgabe ist vom SRU sehr detailliert und ausgewogen erläutert worden.

7.6.2 Umsetzungsstand der Forderungen

a) Senkung der Agrarpreise

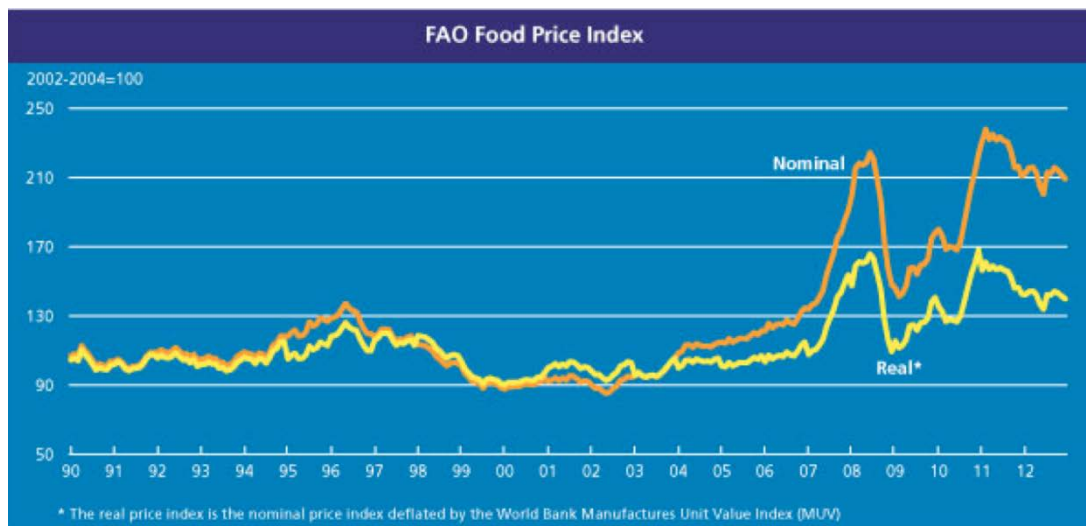
Seit 1985 hat sich die europäische Agrarpolitik wesentlich weiter entwickelt. So wurden durch die sog. MacSharry-Reform 1992 die Agrarpreise gesenkt und als Ausgleich Hektarprämien in Abhängigkeit von den angebauten Kulturen sowie Kopfprämien für Bullen, Mutterkühe und Mutterschafe gewährt (gekoppelte Direktzahlungen). Des Weiteren wurde zur Verminderung der Produktionsüberschüsse eine obligatorische (konjunkturelle) Flächenstilllegung eingeführt. Umweltschutzmaßnahmen wurden im Rahmen von „flankierenden Maßnahmen“ verankert. Durch die Agenda 2000 von 1999 wurden die Preisstützungen weiter gesenkt und die Direktzahlungen erhöht. Mit der Agenda 2000 wurde ferner (als Weiterentwicklung der „flankierenden Maßnahmen“) die 2. Säule der Agrarpolitik (Entwicklung des ländlichen Raums) eingeführt und damit der Umsetzung von Maßnahmen des Umweltschutzes und der ländlichen Entwicklung im Rahmen der EU-Agrarpolitik Rechnung getragen. Durch die Reform von 2003 wurden die Direktzahlungen vollständig von der Produktion entkoppelt und unabhängig von den erzeugten Produkten in mehreren Schritten auf eine reine Flächenprämie mit regional einheitlicher Höhe umgestellt (Regionalmodell). Außerdem wurden die Landwirte beim Erhalt der Direktzahlungen verpflichtet, Auflagen im Bereich des Umwelt-, Tier- und Verbraucherschutzes einzuhalten (Cross Compliance). Im Rahmen der Modulation können

Gelder der 1. Säule (Marktordnung, Direktzahlungen) in die 2. Säule (Entwicklung des ländlichen Raums, siehe oben) der EU-Agrarpolitik überführt werden.

Mit der Überprüfung der EU-Agrarpolitik im Jahr 2008 („Health Check“) wurden „neue Herausforderungen“ (Klimawandel, erneuerbare Energien, Wassermanagement, Biodiversität, Umstrukturierung des Milchsektors) an den Landwirtschaftssektor definiert, deren Umsetzung im Wesentlichen über die 2. Säule der Agrarpolitik erfolgen soll. Daneben wurde die Liberalisierung des Milchmarktes beschlossen.

Diese Betrachtung zeigt, dass die Forderung des SRU zur Senkung der Agrarpreise in den nach 1985 beschlossenen Reformen der Agrarpolitik umgesetzt wurde. Allerdings sind die Agrarpreise seit der mit der Reform von 2003 eingeführten Entkopplung nicht (bzw. kaum) mehr durch die Politik beeinflussbar. Die Preise unterliegen den Marktschwankungen und sind damit volatil. Bedingt durch eine steigende Nachfrage bzw. Spekulationen haben sich die Preise für Agrarerzeugnisse in der jüngsten Vergangenheit tendenziell nach oben entwickelt (siehe Abb. 132).

Abb. 131: Entwicklung des FAO Food Price Index



Quelle: FAO 2012

Zwar stehen hohe Agrarpreise heute nicht mehr im Zusammenhang mit der Erzeugung von Überschüssen, jedoch bedingen sie die Rentabilität zunehmender Intensität. D.h., dass der Einsatz ertragssteigernder Faktoren so lange ausgedehnt wird, wie deren Grenzkosten den Grenzerlösen entsprechen. Die vom SRU 1985 erwartete Wirkung sinkender Agrarpreise kann demnach heute nicht mehr beeinflusst werden, und mit durch sie bewirkten Minderungen der Produktionsintensität ist zukünftig eher nicht zu rechnen. Verstärkt wurde diese Entwicklung durch die durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz rechtlich flankierte hohe Nachfrage nach Biomasse zur Energiegewinnung sowie die steuerliche Förderung von Biodiesel.

b) Änderung der Agrarstrukturpolitik

Der SRU hatte 1985 die Änderung der Agrarstrukturpolitik durch den Abbau ökonomischer Anreize zur weiteren Intensivierung gefordert, wofür in Deutschland die

Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ grundlegend reformiert werden sollte.

Die Gemeinschaftsaufgabe dient heute im Wesentlichen der Finanzierung der Maßnahmen der 2. Säule. Diese enthält gemäß der neuen ELER-Verordnung ab 2015 sechs Prioritäten:

1. Wissenschaftstransfer und Innovation.
2. Lebens- und Wettbewerbsfähigkeit.
3. Verarbeitung, Vermarktung, Tierschutz.
4. Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung landwirtschaftlicher Ökosysteme.
5. Ressourceneffizienz, kohlenstoffarme und klimaresistente Wirtschaft.
6. Soziale Inklusion und Armutsbekämpfung.

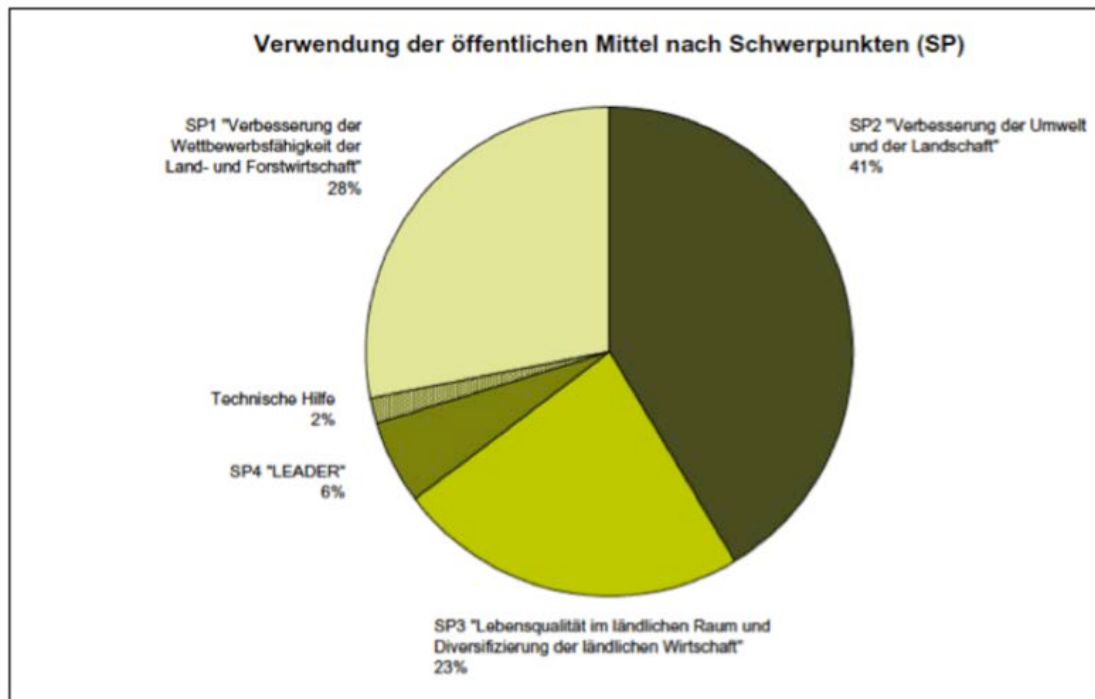
Maßnahmen des Umwelt- und Naturschutzes werden vorwiegend in den Prioritäten 4 und 5 umgesetzt. Die vom SRU bemängelten negativen Umwelt- und Naturschutzwirkungen einiger Fördermaßnahmen lassen sich auch heute noch feststellen. So wurden in der vergangenen Förderperiode immer noch Meliorations- und Bewässerungsmaßnahmen, Erstaufforstungen ökologisch wertvoller Offenlandlebensräume, Wege- und Straßenbau gefördert, die zur „Schädigung der Umwelt beitragen“ (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 13f.). Dies galt teils auch für Agrarumweltmaßnahmen, deren unzureichende Zielgenauigkeit beanstandet wird (Umweltbundesamt o.J. d, S. 40). (siehe c). Die Programmgestaltung für die Förderperiode bis 2020 kann derzeit noch nicht bewertet werden.

c) Einführung regionaler Bewirtschaftungsentgelte als Entgelt für Umweltleistungen

Der SRU war 1985 der Ansicht, dass regionale Bewirtschaftungsbeiträge zur Entlohnung erbrachter Umweltleistungen eingeführt werden sollten. Dies ist durch die Etablierung von Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der 2. Säule weitgehend umgesetzt worden. Diese Entgelte erhalten Landwirte im Zuge der Erbringung definierter Maßnahmen, wobei zwischen handlungs- und erfolgsorientierten Maßnahmen unterschieden wird. In Deutschland werden die meisten Maßnahmen handlungsorientiert angeboten (Europäischer Rechnungshof 2000).

In Deutschland standen für die Förderperiode 2007 bis 2013 zusammen (Mittel der Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes, Landesmittel, Mittel aus dem ELER) 14,6 Milliarden € für die 2. Säule zur Verfügung; einschließlich weiterer Zuschüsse der Bundesländer sind es sogar 17,9 Milliarden €. (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2011, S. 2). Für die neue Förderperiode wurde beschlossen (Agrarministerkonferenz vom Herbst 2013), im Rahmen der neuerdings ermöglichten „Flexibilisierung zwischen den Säulen“ 4,5% der Mittel der ersten in die zweite Säule umzuschichten, womit die dort vorgenommenen Kürzungen mindestens kompensiert werden können.

Abb. 132: Bisherige Verwendung der öffentlichen Mittel nach den Förderschwerpunkten der 2. Säule



Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung o.J.

Die Ausgestaltung der Maßnahmen der 2. Säule obliegt den Bundesländern, wobei bisher zwischen den Bundesländern unterschiedliche Gewichtungen festzustellen waren (siehe Abb. 134). Im Speziellen zeigte sich, dass die nord-westlichen Bundesländer bisher die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe betonten, während die südlichen Bundesländer den Agrar-Umweltschutz verstärkt förderten. Im Rahmen des bisherigen Schwerpunkts 2 (Agrar-Umweltschutz) wurden in Deutschland (mit Unterschieden auf der Ebene der Bundesländer) folgende Maßnahmen angeboten:

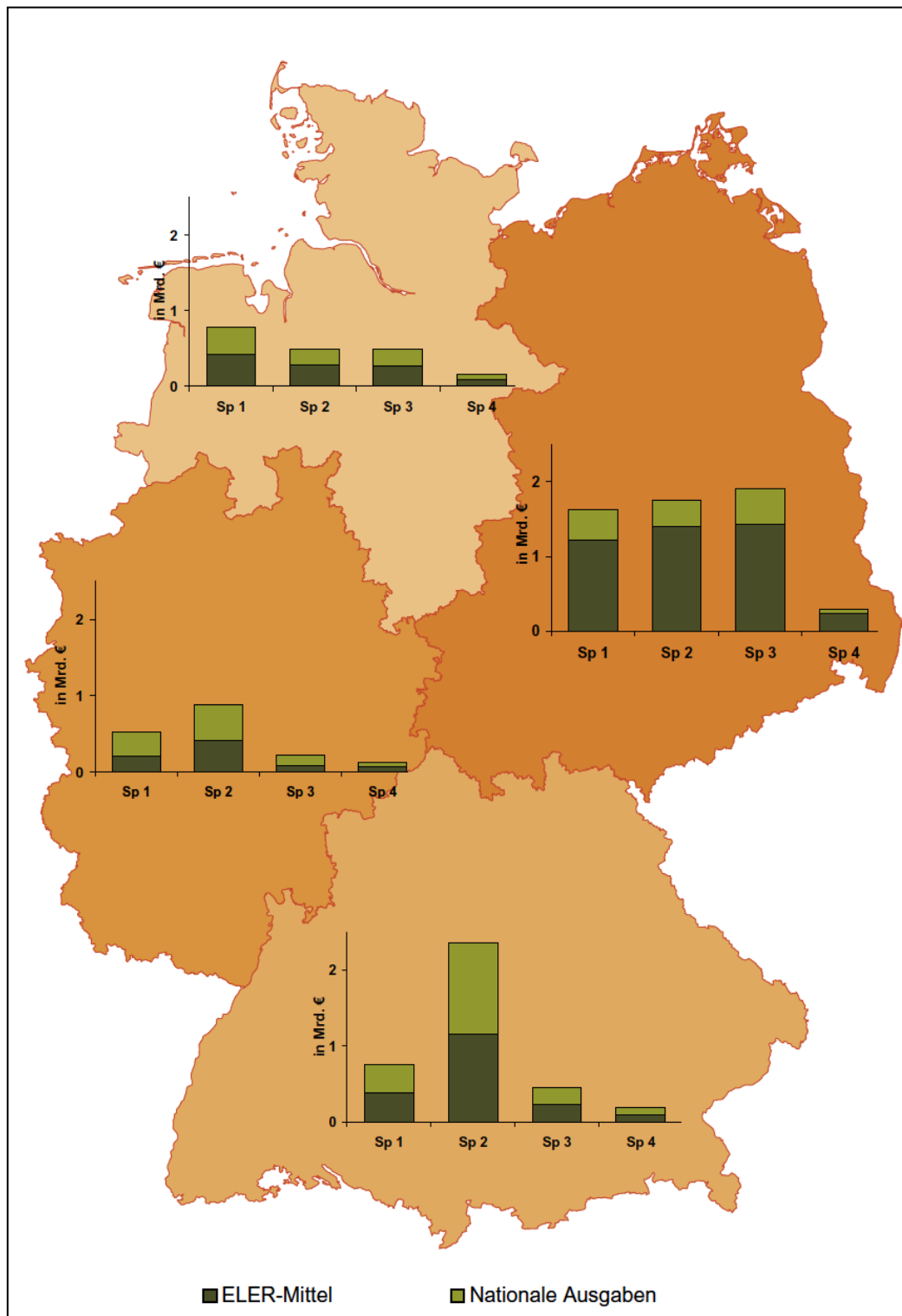
a) Bestandteil der Nationalen Rahmenregelung, Beteiligung des Bundes

- Ausgleichszulage (Code 211, 212)
- Zahlungen im Rahmen von Natura 2000 (Code 213)
- Agrarumweltmaßnahmen (Code 214)
- Tierschutzmaßnahmen (Code 215)
- Nichtproduktive Maßnahmen (Code 216)
- Erstaufforstung von landwirtschaftlichen (Code 221) und von nichtlandwirtschaftlichen (Code 223) Flächen

b) nicht Bestandteil der Nationalen Rahmenregelung, ohne Beteiligung des Bundes

- Zahlungen im Rahmen von Natura 2000 (Code 224)
- Zahlungen für Waldumweltmaßnahmen (Code 225)
- Wiederaufbau des forstwirtschaftlichen Potenzials und Einführung vorbeugender Maßnahmen (Code 226)
- Nichtproduktive Maßnahmen (Code 227).

Abb. 133: Öffentliche Mittel nach ELER-Schwerpunkten für die Jahre 2007 bis 2013



Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung o.J.

Die Agrarumweltmaßnahmen (Code 214) waren dabei die bei weitem finanzstärksten Maßnahmen der ländlichen Entwicklungsprogramme (Tietz, A. et al. 2011, S. 31). In der Förderperiode 2007 bis 2013 wurden in Deutschland knapp 25% der Finanzmittel der ländlichen Entwicklung für Agrarumweltprogramme ausgegeben (siehe Tab. 68). Europaweit betrug der Anteil des gesamten EU-Agrarbudgets, der für

Agrarumweltmaßnahmen ausgegeben wurde, jedoch nur 4,3% (Plieninger, T. et al. 2012, S. 3).

Tab. 68: Mittelausstattung (2007 bis 2013) der Maßnahmen im Schwerpunkt 2 (Stand 2009)

Code und Kurzbezeichnung der Maßnahme	öffentliche Mittel in Mio. Euro				Anteil am Gesamtbudget in Prozent	Anzahl Länderprogramme	
	ELER	ELER+national	Art.-89-Maßnahmen	Öffentliche Mittel gesamt		mit ELER-Maßnahmen	mit Art.-89-Maßnahmen
211 Ausgleichszahlungen in Berggebieten	137,4	278	-	278	1,6%	4	-
212 Zahlungen in benachteiligten Gebieten	968,2	1647,7	-	1647,7	9,2%	12	-
213 Zahlungen Natura 2000	89,4	146,5	25,7	172,2	1,0%	9	2
214 Agrarumweltmaßnahmen	2329,8	3707,8	702,8	4410,6	24,7%	14	7
215 Tierschutzmaßnahmen	102,3	152,2	-	152,2	0,9%	5	-
216 Nichtproduktive Investitionen	10	16,9	8	24,9	0,1%	6	1
221 Erstaufforstung landw. Flächen	53	79,8	13,7	93,6	0,5%	9	4
223 Erstaufforstung nichtlandw. Flächen	2,6	3,6	0,5	4,1	0,0%	5	1
224 Zahlungen Natura 2000 - Forst	14	29,6	0,2	29,8	0,2%	3	1
225 Waldumweltmaßnahmen	28,2	50,7	1,8	52,6	0,3%	6	2
226 Wiederaufbau und Vorbeugung	11	13,9	0,8	14,7	0,1%	4	1
227 Nichtproduktive Investitionen Forst	162,1	244,9	121	365,9	2,0%	13	5
Summe	3.908,1	6.371,6	874,5	7.246,10	40,6%	-	-

Quelle: Tietz, A. 2010, S. 33

Für die Förderperiode 2007 bis 2013 wurden bis 2009 277.883 Neuverpflichtungen von 121.000 Betrieben, das entspricht „rund 32% aller landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland“ (Tietz, A. et al. 2011, S. 34), eingegangen. Die eingebrachte Fläche umfasst ca. 4 Mio. ha (siehe Tab. 69).

Tab. 69: Art der Neuverpflichtungen in Maßnahme 214 laut ELER-Monitoring bis 2009

Art der Verpflichtung	Geförderte Fläche		Verträge		Zahl der Länder
	Hektar	Pro-zent	An-zahl	Pro-zent	
0. Einstiegsprogramm	0	0,0	0	0,0	0
1. Ökologischer Landbau	679.649	17,1	13.722	4,9	13
2. Integrierte Erzeugung	27.396	0,7	493	0,2	3
3. Sonstige Extensivierung von landwirtschaftlichen Systemen					
3a. Verringerung, Verbesserung des Einsatzes von Düngemitteln	134.188	3,4	10.021	3,6	4
3b. Verringerung, Verbesserung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln	219.762	5,5	21.870	7,9	4
3c. Extensivierung der Viehhaltung	50.364	1,3	1.161	0,4	2
4. Diversifizierung der Fruchtfolge, Pflege stillgelegter Flächen	729.085	18,3	17.589	6,3	4
5. Reduzierung von bewässerten Flächen und/oder der Bewässerungsrate, Einschränkung der Drainage	0	0,0	0	0,0	0
6. Maßnahmen zum Bodenschutz	520.768	13,1	34.793	12,5	11
7. Errichtung, Erhaltung von ökologischen Merkmalen	13.089	0,3	4.407	1,6	10
8. Bewirtschaftung von Landschaft, Weiden und Flächen mit hohem Naturwert					
8a. Pflege der Landschaft und Erhaltung von Ackerland	169.796	4,3	11.846	4,3	8
8b. Bewirtschaftung und Schaffung von Weiden (mit Umwandlung von Ackerland)	961.245	24,2	58.779	21,2	12
8c. Bewirtschaftung von sonstigen landwirtschaftlichen Flächen mit hohem Naturwert	184.181	4,6	34.737	12,5	10
9. Maßnahmen zur Erhaltung von für die biologische Vielfalt bedeutsamen Habitaten	281.027	7,1	60.709	21,8	14
10. Gefährdete Arten					
10a. Erhaltung lokal gefährdeter Tierrassen	0	0,0	1.575	0,6	5
10b. Schutz der von genetischer Erosion bedrohten Pflanzensorten	165	0,0	14	0,0	1
11. Sonstige zielgerichtete Maßnahmen	3.279	0,1	6.167	2,2	2
Insgesamt	3.973.99	100,0	277.883	100,0	14
10a. Erhaltung lokal gefährdeter Tierrassen	14.575 GVE				

Quelle: Tietz, A. et al. 2011, S. 34

Im Hinblick auf die Erhaltung der Biodiversität wirkten sich Agrarumweltprogramme auf die Bestandsentwicklung von 54% der untersuchten Arten positiv aus (SRU 2008, S. 764). Allerdings ist anzumerken, dass Rote Liste-Arten kaum von Agrarumweltmaßnahmen profitieren (Kleijn, D. et al. 2006), da die einzuhaltenden Auflagen nicht spezifisch genug auf diese Arten abgestimmt sind. Hierfür bieten sich eher Vertragsnaturschutzprogramme an.

Agrarumweltmaßnahmen können einen effektiven Beitrag dazu leisten, die Einträge von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer zu reduzieren (Osterburg, B. & Runge, T. 2007), wobei die Akzeptanz der Maßnahmen in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen bisher eher gering ist (SRU 2008, S. 766). Diese Maßnahmen wurden bislang vorwiegend in Wasserschutzgebieten genutzt, mit Ausnahme des ökologischen Landbaus, der ebenfalls als effektive Maßnahme des Gewässerschutzes gilt (Osterburg B. et al. 2007, S. 84).

Des Weiteren beteiligten sich Landwirte meist an solchen Agrarumweltmaßnahmen, die mit geringen produktionstechnischen Veränderungen verbunden sind, d.h. die sich ohne große Änderungen in den Betrieb integrieren lassen. So wurden Extensivierungsmaßnahmen beispielsweise in schon extensiv bewirtschafteten Regionen oder Flächen genutzt (Osterburg, B. 2005, S. 200), so dass die Umwelteffizienz der Maßnahmen bemängelt wird (SRU 2008, S. 764; Oppermann, R. et al. 2012b, S. 10). Stärkere Extensivierungen wurden von Betrieben durchgeführt, die auf ökologischen Landbau umstellen (Osterburg, B. 2005, S. 200). Insgesamt war die Teilnahme an „dunkelgrünen“ Maßnahmen⁸⁾ mit 0,3% der Ackerflächen und 11% der Grünlandflächen in Deutschland sehr niedrig (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 10). 30% der für Agrarumweltmaßnahmen bzw. 2,3% der Agrarförderung der für 1. und 2. Säule insgesamt bereitgestellten Fördermittel wurden für diese „dunkelgrünen“ Maßnahmen ausgegeben (Bezugsbasis: Halbzeitevaluierungsberichte von 10 Bundesländern, Oppermann, R. et al. 2012b, S. 14). Bei der Bewertung der neuen Förderperiode wird ein wesentlicher Punkt darin liegen, inwieweit diese Anteile (für „dunkelgrüne“ Maßnahmen) gesteigert werden konnte. Eine Halbzeitbewertung der neuen GAP ist für 2017/2018 vorgesehen.

8) a) „Dunkelgrüne“ Agrarumweltmaßnahmen auf Ackerflächen sind (zusammengefasst/ähnliche Maßnahmen verschiedener Länder): 1)

Ackerrandstreifen, Extensivbewirtschaftung für Ackerwildkräuter und -lebensgemeinschaften, Vertragsnaturschutz; 2) Feldhamsterschutz, Nahrungs- und Nistschutzflächen, Rotmilanschutz, Nordische Gastvögel auf Äckern; 3) Agrarökologische Ackernutzung und Blühflächen, Blüh- und Schonstreifen, Saum- und Bandstrukturen; 4) Grünstreifen zum Gewässer- und Bodenschutz, Uferrandstreifen; 5) Umwandlung von Ackerland in Grünland; 6) Erhaltung regionaltypischer Kulturpflanzenarten und -sorten

b) „Dunkelgrüne“ Maßnahmen auf Grünland sind: 1) Extensive Bewirtschaftung, späte und eingeschränkte Grünlandnutzung gemäß einem vorgegebenen Nutzungsplan, extensive Nutzung wertvoller Lebensräume; 2) wertvolle Grünlandvegetation auf Einzelflächen nach Prinzip der ergebnisorientierten Honorierung, Bewirtschaftung von artenreichem Grünland; 3) naturschutzgerechte Mahd, Handmahd (nur auf Feuchtgrünland), Bewirtschaftung und Mahd von Steilhangwiesen; 4) gebietstypische Weiden, Biotoppflege durch Beweidung, besondere Biotoptypen/Beweidung, naturschutzgerechte Beweidung mit Schafen und Ziegen; 5) Anlage von Bracheflächen und Brachestreifen im Grünland; 6) extensive Grünland-Nutzung entlang von Gewässern und sonstigen sensiblen Gebieten; 6) naturschutzgerechte Bewirtschaftung und Pflege von Streuobstwiesen; 7) Messerbalkenschnitt; 8) Wiesenbrütergebiete; 9) Nahrungsgebiete für Gänse und Schwäne, nordische Gastvögel; 10) Grünland auf von Natur aus nährstoffarmen Standorten, Prämie für natürlich belassene Salzwiesen (Oppermann, R. et al. 2012: Gemeinsame Agrarpolitik ab 2014: Perspektiven für mehr Biodiversitäts- und Umweltleistungen der Landwirtschaft?. Mannheim. S. 12)

Tab. 70: Übersicht über den Flächenumfang der dunkelgrünen AUM auf Acker- und Grünlandflächen in zehn deutschen Bundesländern während der Förderperiode 2007-2013.

Bundesländer	„Dunkelgrüne“ Maßnahmen in % (Bezug: jeweils Acker- bzw. Grünlandfläche)	
	Acker	Grünland
Baden-Württemberg	0,01	13,26
Bayern	0,35	10,27
Brandenburg/Berlin	0,02	10,90
Hessen	0,05	8,64
Niedersachsen/Bremen	0,82	9,24
Sachsen	0,31	12,98
Schleswig-Holstein	0,05	5,46
Thüringen	0,15	31,19
Durchschnitt der Länder	0,32	11,16

Quelle: Oppermann, R. et al. 2012b, S. 11

Nicht realisiert wurde die Forderung des SRU, über die Höhe der Entgelte und deren Bewilligung auf Ebene der Landkreise zu entscheiden. Die Maßnahmen wurden auf Bundeslandebene angeboten. Damit stellte sich das Problem, dass auf begünstigten Standorten die Teilnahme gering war (Entgelt zu gering, um die Einkommensunterschiede auszugleichen) oder auf benachteiligten Standorten Mitnahmeeffekte realisiert wurden (Einkommensverluste werden überkompensiert). Dieser Effekt würde jedoch in sehr heterogenen Regionen auch auf Ebene der Landkreise entstehen.

d) Einführung einer Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung

Die Forderung des SRU nach Einführung einer Stickstoffabgabe wurde bisher nicht realisiert. In Deutschland findet der Einsatz solcher ökonomischen Anreizsysteme bisher keine Anwendung. Erfahrungen mit Abgaben auf mineralische Dünger gibt es z. B. in Schweden und Dänemark (Möckel, S., 2011). Zu diesem Instrument existieren verschiedene Überlegungen. Zum einen besteht die Möglichkeit, externe Betriebsmittel (mineralische Düngemittel, Klärschlämme, Biogasabfälle, zugekaufte Futtermittel) zu besteuern. Zum anderen können die Nährstoffüberschüsse eines Betriebes besteuert werden (Bilanzüberschuss). Dabei ist für „jede Einheit des Bilanzüberschusses“ die entsprechende Abgabe zu erheben, da jeder zusätzliche Nährstoffverlust Umweltschäden verursacht (SRU 2008, S. 788). Ähnliche Überlegungen existieren auch in Bezug auf die Besteuerung von Pflanzenschutzmitteln, wobei die Toxizität der Wirkstoffe Basis der Besteuerung sein sollte (Möckel, S., 2011; SRU 2008, S. 787). Dabei ist nicht mit kurzfristigen, sondern vor allem mit längerfristigen Verringerungen der Umweltbelastungen zu rechnen (SRU 2008, S. 785). Erfahrungen aus anderen Ländern haben aber auch gezeigt, dass „die Bemessung der Steuer ein anspruchsvolles Monitoringsystem erfordert“ (Jering, A. et al. 2012, S. 65).

Da der Eintrag von reaktivem Stickstoff in die Umwelt „mittlerweile in allen Umweltmedien zu Stickstoffanreicherungen und in vielen Ökosystemen zu nachteiligen Wirkungen“ führt, und darüber hinaus Deutschland Schwierigkeiten hat, „stickstoffbezogene (...) Umweltziele (...) zu erreichen“, hat das Umweltbundesamt 2009 eine multimediale Stickstoffemissionsminderungsstrategie erarbeitet (Umweltbundesamt 2009c, S. 6 u. 25). Da die Landwirtschaft zum einen der Hauptverursacher reaktiver Stickstoffemissionen ist und zum anderen über das größte Minderungspotential verfügt, sieht die Stickstoffemissionsminderungsstrategie Handlungsbedarf sowohl in der Verschärfung von Auflagen (z.B. Düngeverordnung, Auflagen in Genehmigungsverfahren für Stallbauten), Beratungs- und Managementmaßnahmen (z.B. Steigerung der Stickstoffeffizienz, Umstellung auf ökologischen Landbau) sowie in der Einführung ökonomischer Anreizinstrumente vor, z. B. Abgabe auf Stickstoffmineraldünger, Steuer auf Stickstoffüberschüsse (Umweltbundesamt 2009d, S. 5f.; Umweltbundesamt 2009c, S. 38f.). Bisher ist jedoch eine integrierte Strategie zur Minderung der Stickstoffeinträge aus allen Sektoren auch nicht in Ansätzen umgesetzt, auch weil die Zusammenhänge äußerst komplex sind. So trägt z.B. auch der ökologische Landbau mit dem Anbau von Leguminosen und der Verwendung organischer Dünger zum Anstieg reaktivem Stickstoffs bei.

In Bezug auf die Düngeverordnung wird eine Verschärfung der Auflagen von einer Reihe von Fachleuten gefordert. Besonderes Vollzugs- und Regelungsdefizit besteht dabei hinsichtlich der Kontroll- und Sanktionsmechanismen. Bisher bleibt eine Übertretung der Grenzwerte ohne Konsequenzen für die landwirtschaftlichen Betriebe. Hier liegt entsprechender Handlungsbedarf zur Minderung des Stickstoffeintrags vor. Die Bundesregierung arbeitet derzeit an der Novellierung der Düngeverordnung. Zur inhaltlichen Vorbereitung der Novelle wurde eine Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft DüV (BLAG) eingesetzt und unter Federführung des vTI ein Novellierungsvorschlag erarbeitet. Nach zweijähriger Arbeit wurde der Abschlussbericht im November 2012 vorgelegt. Darin werden eine Reihe von Maßnahmen zur Novellierung der DüV erarbeitet und vorgestellt. Darüber hinaus werden eine Vielzahl weiterer möglicher Maßnahmen diskutiert, über die jedoch keine Einigung erzielt werden konnte. Die Vorschläge der BLAG dienen der Bundesregierung als Grundlage für die Novellierung. Der entsprechende Referentenentwurf wurde Ende 2014 im Kabinett beschlossen und dem Bundesrat zugeleitet. Der weitere Zeitplan sieht eine Behandlung im Bundesrat bis Ende Februar 2015 vor. Die novellierte Verordnung könnte dann beispielsweise zum 01. Juli 2015 in Kraft treten.

7.6.3 Zusammenfassende Bewertung

Seit 1985 wurde die Agrarpolitik wesentlich verändert. So wurde sie in zwei Säulen untergliedert, und zwar zur Gewährung von Direktzahlungen an die Landwirte zum Einkommensausgleich (1. Säule) und zur Entwicklung der ländlichen Räume incl. der Erbringung von Umweltleistungen (2. Säule). Mit der Einführung von Cross Compliance, welche die Gewährung von Direktzahlungen der 1. Säule an die Erbringung eines Mindestmaßes an Umweltleistungen knüpft, und den Vorschlägen zur Reform 2013 („Greening“ der ersten Säule) ist diese Trennung teilweise neu zu justieren. Die Forderung des SRU nach der Einführung eines Bewirtschaftungsentgeltes zur Honorierung von Umweltleistungen kann mit der Etablierung der 2. Säule als umgesetzt bezeichnet

werden. Allerdings ist eine regionale Ausrichtung, wie vom SRU vorgeschlagen, nur eingeschränkt möglich. Des Weiteren sind die Agrarumweltmaßnahmen zwar die zentrale Maßnahmen zur Realisierung von Umweltleistungen, jedoch zeigt sich auch hier Verbesserungsbedarf, um spezifischere Umweltleistungen effektiver fördern zu können.

In Bezug auf die Absenkung der Agrarpreise ist die Agrarpolitik zwar nach 1985 den Forderungen des SRU gefolgt, allerdings hat die Entkopplung von 2003 im Zusammenhang mit einer weltweit steigenden Nachfrage nach Agrarprodukten zu einem Anstieg der Agrarpreise geführt, der sich jedoch der politischen Einflussnahme weitestgehend entzieht. Eine Intensivierung der Produktion aufgrund hoher Agrarpreise kann aktuell beobachtet werden.

Nur eingeschränkt umgesetzt wurde die Forderung des SRU, intensitätssteigernde Maßnahmen durch die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ in Deutschland nicht mehr zu fördern. Immer noch werden auch Maßnahmen gefördert, die mit negativen Auswirkungen auf den Umwelt- und Naturschutz verbunden sind. Es bleibt somit weiterhin bei der Forderung, die Fördertatbestände hinsichtlich ihrer Umwelt- und Naturschutzwirkungen zu betrachten und Maßnahmen, die negative Auswirkungen erwarten lassen, aus dem Maßnahmenangebot zu streichen.

Nicht aufgegriffen wurde bisher die Forderung des SRU, eine Abgabe auf Stickstoffdünger einzuführen. Zwar gibt es dazu vielfältige Überlegungen und Erfahrungen aus anderen europäischen Ländern, allerdings deutet sich eine Umsetzung in Deutschland bisher nicht an. Da jedoch der zunehmende Eintrag von Stickstoff in die Umwelt mit vielfältigen negativen Wirkungen verbunden ist und darüber hinaus Deutschland die gesteckten Ziele hinsichtlich der Emissionsreduzierung kaum erreichen wird, sind weitere Anstrengungen in jedem Fall notwendig. Bisher werden in erster Linie ordnungsrechtliche Auflagen sowie Beratungsmaßnahmen eingesetzt, die jedoch nicht ausreichend ambitioniert sind (SRU 2011, S. 6) bzw. deren Nichteinhaltung nicht ausreichend sanktioniert wird. Neben der Verschärfung von Auflagen in Verbindung mit entsprechenden Sanktionen und dem Ausbau des Beratungsangebotes sind ökonomische Steuerungsinstrumente verstärkt in den Instrumentenmix aufzunehmen.

Exkurs: Die zukünftige Agrarpolitik aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes

Reformvorschläge zur 1. Säule

Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU wurde 2013/14 ein weiteres Mal reformiert. Auf Grundlage der Vorschläge von Oktober 2011 (Variante 2) haben EU-Kommission, EU-Agrarrat und Europaparlament am 26.6.2013 eine Einigung über die Gestaltung der zukünftigen Agrarpolitik erzielt (Europäische Kommission 2013a). Die entsprechenden Rechtsakte einschließlich der nationalen Umsetzung wurden im Jahr 2014 zu Ende gebracht, sodass die neue GAP zum 01. Januar 2015 in Kraft treten konnte.

Im Folgenden wird in erster Linie die Reform der Direktzahlungsverordnung betrachtet und die wesentlichen Inhalte werden hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Natur- und Umweltschutz zusammenfassend bewertet. Dabei ist zu beachten, dass die Reform den Mitgliedsstaaten einen relativ breiten Spielraum bei der Gestaltung der konkreten Umsetzung einräumt.

Die Reform sieht eine Umverteilung der Mittel zwischen den Mitgliedsstaaten vor („Externe Konvergenz“), die in Deutschland zu einem Abschmelzen des Direktzahlungsvolumens bis 2019 von 3,3% führen kann (BMELV 2013h). Daneben wird aufgrund der Einigung zum mehrjährigen Finanzrahmen mit einem Mittelrückgang gerechnet (Bayer. Staatsministerium ELF 2013). Die Reform ermöglicht eine höhere Förderung für die ersten Hektare pro Betrieb (ca. 50 €/ha für die ersten 30 Hektare, ca. 30 €/ha für die Hektare 31 – 45), wodurch „die höhere Arbeitsintensität und Produktionskosten kleiner und mittlerer Betriebe“ ausgeglichen werden sollen (Bayer. Staatsministerium für ELF 2013). Die Kürzungen der Direktzahlungen bzw. die Erhöhung der Förderung der ersten Hektare pro Betrieb bewirken voraussichtlich keine umwelt- und naturschutzspezifischen Effekte, da Aussagen über Umwelt- und Naturschutzleistungen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße nur sehr eingeschränkt möglich sind (siehe Kapitel 6.1). Allerdings nimmt das Betriebseinkommen durch die Abschaffung der Modulation in kleineren Betrieben stärker ab (Forstner, B. et al. 2012, S. 11), was durch die Gewährung der erhöhten Förderung für die ersten betrieblichen Hektar gemildert werden soll.

Für den Erhalt der Direktzahlungen wird zukünftig neben der Einhaltung der Cross Compliance- Auflagen auch die Einhaltung der Greening-Komponente für die Betriebe verpflichtend sein (BMELV 2013h). Das „Greening“ enthält drei Auflagen:

- Erhaltung von Dauergrünland
- Anbaudiversifizierung:
 - o Betriebe mit mehr als 10 ha Ackerland müssen mindestens 2 verschiedene Kulturen anbauen, die Hauptkultur darf maximal 75% der Fläche einnehmen.
 - o Betriebe mit mehr als 30 ha Ackerland müssen mindestens 3 verschiedene Kulturen anbauen, die Hauptkultur darf maximal 75% der Fläche einnehmen, die zwei Hauptkulturen max. 95% der Fläche.
 - o Betriebe mit einem Grünlandanteil von 75% und maximal 30 ha Ackerland sind von der Auflage befreit.
 - o Betriebe, die ihre Fläche jährlich tauschen, sind von der Auflage befreit. Damit wird eine Forderung der deutschen Agrarministerkonferenz erfüllt, jährlichen Flächenwechsel zu erlauben, womit sicher gestellt wird, dass die speziellen Flächen im Vorjahr mit anderen Kulturen bebaut werden.
- Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen: Betriebe mit mindestens 15 ha (ohne Dauergrünlandfläche) müssen ab 2015 5% ihrer Ackerfläche als ökologische Vorrangfläche bereitstellen (Europäische Kommission 2013b; BMELV 2013h).

Für die Grünlanderhaltung wurde in der europäischen Einigung ein „gespaltenes Referenzniveau (Altgrünland 2012, Neugrünland 2015)“ festgelegt (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2013). Damit soll der als Reaktion auf die ursprünglichen Vorschläge erwartete „Ankündigungseffekt der Regelung“ (Forstner, B. et al. 2012, S. 19), nämlich ein vermehrter Grünlandumbruch umgangen werden, wie es verschiedenen Forderungen entsprach (Kommission Landwirtschaft am

Umweltbundesamt 2011, S. 9; Heinrich, B. et al. 2013). Ebenfalls erfüllt ist die Forderung der deutschen Agrarministerkonferenz, die die Möglichkeit einer Freistellung von der Auflage der Grünlanderhaltung ablehnte (Agrarministerkonferenz am 28. September 2012 in Schöntal: Stand der Beratungen über die GAP-Legislativvorschläge). In Hinblick auf die Leistungen des Grünlandes werden teilweise jedoch auch weitergehende Forderungen formuliert, wie bspw. von Oppermann die Einschränkung der Nutzungsintensität auf 20% der betrieblichen Grünlandfläche, da lediglich extensiv genutztes Grünland eine größere Artenvielfalt beherbergt und damit positive Wirkungen auf die Biodiversität erwarten lässt (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 5).

Die Folgen der Einhaltung des Vorschlages zur Anbaudiversifizierung vom Oktober 2011 (Anbau von mindestens drei verschiedenen Kulturarten, Flächenumfang einer Kulturart maximal 70%, mindestens drei Kulturarten mit je mindestens 5% Flächenumfang) wurden 2012 vom von Thünen-Institut berechnet. Danach müssen für die Einhaltung der Auflage zur Anbaudiversifizierung 38% der Betriebe Maßnahmen ergreifen, und etwa die Hälfte der betroffenen Betriebe überschreitet den maximal zulässigen Anbauumfang von 70% einer Kultur (Forstner, B. et al. 2012, S. 17). Insbesondere Maisanbauflächen wären von der Auflage betroffen, so dass sie um 4,7% reduziert werden müssten (Forstner, B. et al. 2012, S. 17). Da die Einigung zur Gestaltung dieser Auflagen vom Juni 2013 lediglich vorsieht, dass Betriebe ab 30 ha mindestens drei verschiedene Kulturen anbauen müssen und die Hauptkultur bis zu 75% des Ackerlandes umfassen kann, ist mit weniger Konsequenzen in der Gestaltung des Ackerbaus zu rechnen. Die Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (2013) erwartet ebenfalls „kaum eine Verbesserung der jetzigen Situation“. Die europäische Einigung zur Ausgestaltung der Maßnahmen wird aus Umwelt- und Naturschutzsicht als nicht ausreichend bewertet. Positive Fruchtfolgeeffekte sind dann zu erzielen, wenn die Fruchtfolge viele verschiedene Fruchtfolgeglieder enthält, und je kleiner die Schlaggröße ist. So wird bemängelt, dass die Auflage zur Anbaudiversifizierung weiterhin „largely homogenous (cereal) landscapes“ ermöglicht, weil z.B. durch den Anbau verschiedener Getreidesorten die Auflage eingehalten werden kann (Plieninger, T. et al. 2012). Des Weiteren erscheint die Auflage nicht sehr anspruchsvoll, da die Forderungen von den meisten Landwirten auch jetzt schon erfüllt werden und daher wenige Änderungen der Anbaugestaltung erwartet werden (siehe oben; Oppermann, R. et al. 2012b, S. 3).

Die Vorschläge zur Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen greifen Ideen auf, die schon 1971 von Haber (Haber, W. 1971. in Haber, W. 2014, S. 245) formuliert wurden und auch 1985 vom SRU aufgenommen wurden. Das Konzept der „Differenzierten Boden- und Landnutzung“ (DLN) wird hier kurz vorgestellt und damit der Bogen zur aktuellen Einigung der Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen gespannt. Hintergrund der Entwicklung der DLN war die von Haber definierte allgemeine Belastungsregel, nach der die Wahrscheinlichkeit negativer Umweltwirkungen (aber auch negativer Wirkungen auf die Nutzung) zunimmt, je „größflächiger und einheitlicher, oder je konzentrierter auf kleinem Raum, und je langfristiger (ohne Wechsel) eine Landnutzung erfolgt“ (Haber, W. 1981: in Haber, W. 2014, S. 246). Durch die DLN sollte daher eine „räumliche wie zeitliche Verteilung der Nutzungen“ erreicht werden (Haber, W. 1971 in Haber, W. 2014, S. 246).

Haber formuliert für die DLN zwei Grundregeln:

- Innerhalb einer Naturraumeinheit ist die Intensität der Landnutzung durch entsprechende Furchtfolgegestaltungen und Grünlandanteile sowie maximale Schlaggrößen (durchschnittlich 25 ha) zu begrenzen
- In einem Agrarraum müssen durchschnittlich mindestens 10% der Fläche für naturbetonte Bereiche (z.B. kleine Wälder, Hecken, Baumgruppen, Einzelbäume, Feld- Wiesen- und Wegraine, Gewässerrandstreifen) zur Verfügung gestellt werden.

Überlegungen der DLN werden aktuell in der Ökologisierungskomponente der 1. Säule aufgegriffen, wobei die Grundsätze der DLN teils noch über diese Forderungen hinausgehen. Zum einen forderte die DLN auch die Begrenzung von Schlaggrößen, was eine „mosaikartige Nutzungsdifferenzierung“ befördern würde, sowie einen höheren Anteil (10%) ökologischer Vorrangflächen. Dennoch zeigen die Vorschläge zur Ökologisierungskomponente, dass die Konzepte von Haber immer noch aktuell sind, die bisher ergriffenen Regelungen die Problematik jedoch nicht lösen konnten.

Im Folgenden wird die neue GAP (seit 01. Januar 2015) zur Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen aus Sicht einer Reihe von für den Umwelt- und Naturschutz relevanten Aspekten bewertet.

Umfang der ökologischen Vorrangflächen:

Die Vorschläge der Kommission vom Oktober 2011 sahen eine Bereitstellung von 7% ökologischer Vorrangflächen vor. Forstner et al. berechneten auf dieser Grundlage 2012, dass 620.000 bis 755.000 ha zusätzliche Fläche bereitgestellt werden würden (Forstner, B. et al. 2012, S. 22). Hierbei war jedoch nicht berücksichtigt, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe die Auflage per definitionem erfüllen. Die Berechnungen zeigten, dass eine Reihe von Betrieben (2010: 10 bis 15%) ökologische Vorrangflächen schon im geforderten Umfang bereit stellte oder ihr Anteil sogar 7% überschritt. Weiterhin zeigten diese Berechnungen, dass die Möglichkeit der Transferierbarkeit der Flächen zwischen Betrieben und Regionen den zusätzlichen Flächenumfang ökologischer Vorrangfläche um 100.000 bis 240.000 ha sinken ließe (Forstner, B. et al. 2012, S. 22), und mit einer weiteren Abnahme von 20% zu rechnen sei, wenn nur Betriebe mit über 50% Ackeranteil und mindestens 15 ha Acker- oder Dauerkulturfläche ökologische Vorrangflächen bereitstellen müssten. Der Anteil an zusätzlich bereitgestellter ökologischer Vorrangfläche wird auf Basis der europäischen Einigung vom Juni 2013 wesentlich geringer ausfallen. Ursächlich hierfür sind folgende Regelungen dieser Einigung:

- die Forderung der Bereitstellung ökologischer Vorrangfläche wurde von 7% auf 5% gesenkt, wobei die Möglichkeit offen gehalten wird, den Umfang 2017 auf 7% anzuheben;
- die Dauerkulturfläche bleibt unberücksichtigt (BMELV 2013h);
- kleine Betriebe mit weniger als 15 ha Ackerfläche und Betriebe mit einem Grünlandanteil von mindestens 75% (maximal 30 ha Ackerfläche) bleiben von der Forderung ausgenommen (BMELV 2013h);
- eine Transferierbarkeit der Flächen innerhalb einer Flächenkulisse bzw. die Bereitstellung durch eine Gruppe von Landwirten ist in den Mitgliedstaaten möglich (BMELV 2013h). Die Forderung der Kommission Landwirtschaft am

Umweltbundesamt nach einer räumlichen Einheit von ökologischer Vorrangfläche und sonstigen Betriebsflächen, um „zu vermeiden, dass die ökologischen Vorrangflächen in landwirtschaftliche Ungunstlagen transferiert werden“ (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 10) wurde damit nicht erfüllt.

- Die ÖVF-Verpflichtung kann auch durch den (intensiven) Anbau von Zwischenfrüchten (Gewichtungsfaktor 0,3) oder Leguminosen (Gewichtungsfaktor 0,7) erbracht werden.

Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes geht die Auflage zur Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen nicht weit genug. So wird die Bereitstellung von mindestens 10% der Fläche gefordert (siehe auch DLN-Konzept von Haber, Bundesnaturschutzgesetz), da Untersuchungen zeigen, dass mindestens 10% ökologische Vorrangflächen sowie eines guten Management dieser Flächen notwendig sind, um positive Wirkungen auf die Biodiversität zu erzielen (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 6; Oppermann, R. et al. 2008, S. 28f.).

Es ist aber darauf hinzuweisen, daß ein bestimmter Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen für alle Standorte durchaus kritisch gesehen werden muss. Nicht zuletzt unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte ist zu prüfen, ob der Anteil der ökologischen Ausgleichsflächen nicht nach der Standortqualität differenziert werden sollte. Hierauf hat Haber in seinem Konzept bereits hingewiesen. Des Weiteren stellen die beschlossenen Greening-Maßnahmen keine gesellschaftspolitisch stichhaltig begründbare Strategie für die weitere Gewährung der 1.Säule-Zahlungen dar (siehe hierzu auch den Punkt „Zusammenfassende Bewertung“).

Qualität der ökologischen Vorrangflächen:

Da die Auswahl geeigneter Flächen in erster Linie unter ökonomischen Gesichtspunkten erfolgen wird (Heinrich, B. et al. 2013, S. 23), ist die ökologische Wertigkeit der Flächen nicht sichergestellt. Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass die definierten Biodiversitätsziele nur im Zusammenhang mit der entsprechenden Qualität der Flächen erzielt werden können, so dass dort eine zusätzliche Honorierung in Abhängigkeit der Flächenqualität eingeführt wurde – die allerdings auch noch nicht genügend zur Zielerreichung beiträgt (Birrer, S.A. et al. 2009). Ferner ist für die Erzielung positiver Umwelt- und Naturschutzeffekte häufig eher die Bereitstellung von Flächen in einem naturräumlichen als in einem betrieblichen Zusammenhang von Bedeutung (Plieninger, T. et al. 2012). Als Beispiel seien hier die räumliche Bedeutung von Trittsteinen für die Wanderung oder Ausbreitung von Arten genannt und die sehr spezifischen Ansprüche unterschiedlicher Arten.

Um die Qualität der Flächen zu sichern, erscheint es daher aus Umwelt- und Naturschutzsicht notwendig, sowohl an die Flächenbereitstellung als auch an die „Nutzung“ der Fläche gewisse Ansprüche zu stellen. Hierzu zählen beispielsweise folgende Forderungen:

- Für die dauerhafte Erbringung der Umwelt- und Naturschutzleistungen dieser Flächen sind zumindest teilweise Managementpläne sowie Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen notwendig (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 7). Es wurde daher auch gefordert, die Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen

eng mit der 2. Säule zu verknüpfen, um sowohl eine aus Umwelt- und Naturschutzsicht sinnvolle Auswahl als auch ein entsprechendes Management der Flächen sicherzustellen (Matzdorf, B., 2011). Diese Möglichkeit wurde von der Europäischen Kommission jedoch eingeschränkt, um eine Doppelförderung zu vermeiden (BMELV 2013h).

- Bei Schlägen, die größer als 10 ha sind, hat eine schlagspezifische Ausweisung der Flächen zu erfolgen, bei Betrieben mit mehr als 100 ha Acker- oder Dauerkulturfläche ist ein betrieblicher Agrarumweltplan aufzustellen (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 7).

Nutzung der ökologischen Vorrangflächen:

Die neue GAP sieht vor, dass als ökologische Vorrangflächen Brachen, Landschaftselemente, Pufferstreifen, Aufforstungsflächen, Zwischenfrüchte (gewichtet mit Faktor 0,3), Leguminosen (gewichtet mit Faktor 0,7) und Kurzumtriebsplantagen angerechnet werden können. Dabei ist der volle Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erlaubt, ebenso derjenige von Düngemitteln bei Zwischenfrüchten. Leguminosen dürfen nur mit Wirtschaftsdüngern gedüngt werden. Nicht aufgegriffen wurde die Forderung des Umwelt- und Naturschutzes, Eingriffe in die Pflanzenbestände zwischen dem 1. Mai und dem 31. Juli sowie die Ernte vor dem 1. August bzw. den Stoppelumbruch vor dem 31. Dezember zu untersagen (NABU 2012; Oppermann, R. et al. 2012b, S. 7).

Flächenkonkurrenzen:

Anders als zu Zeiten der konjunkturellen Flächenstilllegung zur Reduktion von Produktionsüberschüssen sind heute, bedingt auch durch den zunehmenden Anbau von Energie-Biomasse, aber auch durch veränderte Konsumgewohnheiten weltweit, durch wachsende Flächenversiegelung, Ausdehnung von Wüsten u.ä., die weltweite Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten und mit ihr auch die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Flächen sowie die Intensität der Flächenbewirtschaftung ständig gestiegen. Zusätzliche Ansprüche an die Landnutzungen implizieren damit immer indirekte Effekte, entweder in Form der „Inkulturnahme“ von Flächen (in anderen Regionen der Welt = Indirect land use changes, iLUC) bzw. in der Steigerung der Intensität auf bereits genutzten Flächen.

Die Einigung zur Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen lässt jedoch sowohl bezüglich zusätzlichen Flächenumfangs als auch der Nutzungsmöglichkeiten nur geringe Effekte auf die Flächenkonkurrenz erwarten, so dass die Aussage, der Produktionsrückgang werde mit Intensitätssteigerungen auf anderen Flächen ausgeglichen („ecological set-aside would lead to some intensification of surrounding grassland“ (van Zeijts, H. et al. 2011, S. 13), nur eine sehr eingeschränkte Zustimmung erhalten kann.

Finanzielle Wirkungen:

Finanzielle Wirkungen der Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen gehen zum einen von der Ertragsminderung und der Beeinflussung des Pachtmarktes aus, zum anderen von der Gewährung der Direktzahlungen.

Die dargestellten Ausführungen lassen den Schluss zu, dass die ertragsmindernden Effekte gering ausfallen werden. Außerdem wird auch damit gerechnet, dass die

Ertragsminderungen durch die Steigerung der Erträge auf anderen Flächen bzw. durch kulturtechnische Fortschritte auch auf dem ökologischen Vorrangflächen in kurzer Zeit kompensiert werden (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 6). Insgesamt sind Aussagen zur Einkommenswirksamkeit der Ertragsentwicklung jedoch kaum möglich, da diese vor allem von der Preisentwicklung der Agrarprodukte abhängig sein werden. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die Begründung der 1992 eingeführten und seit 2003 entkoppelten Direktzahlungen mit den damals geltenden Argumenten heute nicht mehr möglich ist.

Reaktionen auf dem Pachtmarkt werden vor allem in den Regionen erwartet, in denen Flächen bisher schon knapp waren (Heißenhuber, A., 2012, S. 23). Dies wiederum hat dann negative Effekte aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes, wenn extensive Produktionsverfahren und Betriebe mit Teilnahme an Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutz-Verfahren an Wettbewerbsfähigkeit verlieren. Aufgrund der möglichen Transferierbarkeit der Flächen ist jedoch davon auszugehen, dass ökologische Vorrangflächen vorwiegend auf ertragsarmen Standorten bereitgestellt werden und damit kaum Wirkungen auf den Pachtmarkt auftreten werden.

Die Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen ist mit der Gewährung von Direktzahlungen verbunden, wobei die Zuweisung eines bestimmten Betrags aufgrund der Kombination mehrerer Auflagen nicht möglich ist. Da die Auflagen zur Anbaudiversifizierung, zum Grünlandumbruch und auch zur Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen vielfach schon eingehalten werden bzw., wie oben dargestellt, keine gravierenden Veränderungen erwarten lassen, kann vermutet werden, dass es sich vorwiegend um Mitnahmeeffekte handelt. Allerdings hätte auch die Forderung nach 7% ökologischer Vorrangflächen „bei einer angenommenen Flächenprämie von ca. 250 Euro (zu einer) Umweltprämie von 1071 Euro“ für die ökologische Vorrangflächen geführt (unter der Annahme, dass die Auflagen zur Anbaudiversifizierung und zur Grünlanderhaltung keine wesentlichen Änderungen notwendig machen) (Matzdorf, B. 2011). Auch in Regionen mit hohem Ertragspotential ließen sich für diesen Betrag Umweltleistungen (auch über spezifischer wirkende Agrarumweltprogramme) realisieren (Lakner, S. et al. 2012).

Generell besteht die Problematik, dass Landwirte eventuell auf die Direktzahlungen der 1. Säule verzichten, wenn an deren Erhalt zu viele bzw. zu hohe Auflagen gekoppelt sind. Die neue GAP 2013 sieht mit Übergangsfrist vor, dass bei Nicht-Einhaltung der Greening-Auflagen die Direktzahlung maximal um 125% der Ökologisierungskomponente gekürzt werden kann, also um 37,5%. Damit wird die Forderung, für den Erhalt der Basisprämie die Greening-Auflagen zwingend einzuhalten (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 6; SRU 2013, S. 13), nur in sehr geringem Umfang erfüllt. Daher ist anzunehmen, dass „insbesondere Betriebe mit hohem Viehbesatz, die überwiegend Mais anbauen, und teils auch leistungsstarke Ackerbaubetriebe“ die Auflagen der Ökologisierungskomponente nicht einhalten und auf die damit verbundenen Direktzahlungen verzichten (Forstner, B. et al. 2012, S. 27).

Zeitliche Kongruenz zwischen Zielerreichung und Dauer der Maßnahmenumsetzung:

Wie bei anderen Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen auch, ist die Dauer der Gewährung von Zahlungen von Bedeutung. Positive Umwelt- und Naturschutzeffekte stellen sich häufig erst in einem längeren Zeitraum ein (z.B. Ansiedlung von Arten,

Reduzierung der Nährstoffausträge, Aufbau von Humus). Es ist somit sicher zu stellen, dass mindestens in dem gegebenen Zeitraum von 2014 bis 2020 eine entsprechende Kontinuität in den Zahlungen und der Erreichung der darauf beruhenden Umwelt- und Naturschutzziele gewährleistet ist.

Anreizwirkung:

Die Forderung nach 5% ökologischer Ausgleichsflächen betrifft die landwirtschaftlichen Betriebe – mit einigen Ausnahmen (siehe oben) – zwar gleichermaßen und ist damit als gerechter zu bewerten als dies die bisherigen Auflagen zur Konservierung eines bestimmten Status waren (z.B. Erhaltung von Landschaftselementen). Allerdings bietet sie immer noch keinen Anreiz, entsprechende Schutzbemühungen über die geforderten Auflagen hinaus auszudehnen. Dies betrifft z.B. Betriebe, die aktuell schon mehr als 5% an ökologisch hochwertigen Flächen aufweisen (McCracken, D. 2011 in: Plieninger, T. et al. 2012, S. 7). Auch sehen sich viele Landwirte durch die Forderungen insbesondere des Umwelt- und Naturschutzes, z.B. im Rahmen der Ausweisung von Natura 2000-Gebieten, überfordert und im Prozess nicht berücksichtigt.

Über die Einigung zur Ausgestaltung der Ökologisierungskomponente hinaus werden auch weitere aktuelle Vorschläge für Greening-Maßnahmen gemacht. So fordert die Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt als zusätzliche Maßnahmen die Beschränkung des Stickstoffsaldos sowie die Beschränkung der Tierbesatzdichte. Dabei soll der Stickstoffsaldo auf 50 kg N/ha LF und die Tierbesatzdichte auf 2,0 DE/ha LF beschränkt werden (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 7f.). Die Vorschläge würden insbesondere der Bedeutung der Begrenzung von Stickstoffeinträgen Rechnung tragen und die bisher relativ schwachen ordnungsrechtlichen Vorschriften (Beck, S. et al. 2006, S. 55) ersetzen.

Vorschläge aus Umwelt- und Naturschutzsicht für die Gestaltung der Ländlichen Entwicklungsprogramme

Im Zuge der GAP-Reform von 2013 wird auch die ländliche Entwicklungspolitik ein weiteres Mal reformiert. Dabei kommt es zu Änderungen der Verordnungsarchitektur, die einen größeren Abstimmungsbedarf zwischen den betroffenen Ressorts erfordern. Durch die dargestellte Reform der 1. Säule entstehen darüber hinaus „Überlappungen von 1. und 2. Säule“, die zu steigender „Komplexität der Regelungen“ und damit steigenden Verwaltungskosten führen können (Grajewski, R. (Hrsg.) 2011, S. VIII). In Bezug auf die Fördermöglichkeiten von Umwelt- und Naturschutzleistungen wäre durch die Absenkung der Mittel (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2013) und die Reduzierung des Kofinanzierungsregelsatzes auf 53% (Bayer. StaatsministeriumELF 2013) mit einer Verschlechterung der Situation zu rechnen. Dem soll durch die Umschichtung von 4,5% der Mittel aus der ersten in die zweite Säule entgegengewirkt werden. Nach EU-Recht wäre eine Mittelumschichtung von 15% möglich. Dieser Rahmen (unter anderem zugunsten der Agrar-Umweltmaßnahmen) wird in Deutschland also nur zu etwa einem Drittel genutzt.

Im Folgenden sollen, über die aktuellen Reformvorschläge hinaus, einige Ansatzpunkte zur Verbesserung der 2. Säule aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes aufgezeigt werden.

Verbesserung der Umwelt- und Naturschutzwirkung:

Zwar ist die 2. Säule – besonders ihr Schwerpunkt 2 – das wesentliche Instrument zur Förderung der Bereitstellung öffentlicher Güter, jedoch kann der Mitteleinsatz auch in diesem Bereich zielorientierter und effektiver gestaltet werden (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 4). So schlägt die Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt ein „ear-marking“ vor, indem in den Programmplanungsdokumenten darzulegen ist, „wie die europäischen Umweltziele (Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie) umgesetzt werden“, wobei Maßnahmen beiden Zielen gelten können (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 12). Weitere Vorschläge betreffen:

- die regionale Lenkung der Maßnahmen auf relevante Flächen bzw. die Abgrenzung von Gebietskulissen,
- die Anpassung von Maßnahmen an regionale Besonderheiten,
- die Anpassung der Laufzeit an die ökologische Zielsetzung,
- Kombination mit Beratungs- und Bildungsmaßnahmen,
- Maßnahmen zur Gesamtbetriebsverbesserung, betriebliche Agrarumweltplanung
- Vermarktungs- und Qualitätssicherungskonzepte für Produkte ökologisch wertvoller Flächen (z. B. Obst von Streuobstwiesen)
- die Ausschreibung von Leistungen oder
- die ergebnisorientierte Honorierung (SRU 2008, S. 746, 768; Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 4; Oppermann, R. et al. 2012b, S. 10)
- Verstärkung investiver Maßnahmen (z.B. Moorrenaturierung) incl. Förderfähigkeit der Mehrwertsteuer

Finanzielle Ausstattung der 2. Säule:

Die 2. Säule ist im Vergleich zur 1. Säule finanziell schlecht ausgestattet, und die GAP-Reform sieht eine weitere Kürzung der Mittel vor. Die europäische Einigung vom Juni 2013 sieht die Möglichkeit einer Umschichtung von bis zu 15% der Mittel der 1. Säule in die 2. Säule auf Ebene der Mitgliedsstaaten vor. Deutschland wird 4,5% der Mittel von der 1. In die 2. Säule umschichten, diese brauchen nicht kofinanziert zu werden. (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2013; BMELV 2013i, BMEL 2014). Die Umschichtung kommt damit den Forderungen des Umwelt- und Naturschutzes nahe, mehr Mittel in der 2. Säule zur Verfügung zu stellen (SRU 2008, S. 761; Oppermann, R. et al. 2012b, S. 14, Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2013), nutzt die gegebenen Möglichkeiten aber nur unvollständig.

Kofinanzierung:

Im Gegensatz zur 1. Säule ist für die Förderung der 2. Säule eine Kofinanzierung durch die Mitgliedstaaten, in Deutschland durch die Bundesländer notwendig. Die EU-Kofinanzierung soll in der nächsten Förderperiode im Regelfall auf 53% festgesetzt werden. Es besteht damit die Gefahr, dass Maßnahmen der 2. Säule nicht mehr oder nur noch eingeschränkt angeboten werden. Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes besteht damit die Forderung nach Abschaffung des Kofinanzierungsvorbehalts (Schulz, D. 2010, S.

2) bzw. nach höheren Kofinanzierungssätzen für die von der EU als prioritär definierten Zielsetzungen (Matzdorf, B., 2011; Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 12) bzw. die „dunkelgrünen“ Agrarumweltmaßnahmen, „die einer effizienten Umsetzung des Greenings dienen, sowie derjenigen von ihnen, die von gesamteuropäischem Interesse sind“ (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 14).

Entbürokratisierung:

Die 2. Säule ist sowohl auf der Ebene der Landwirtschaftsbetriebe als auch derjenigen der Verwaltung und Kontrolle mit enormem bürokratischem Aufwand verbunden. Dieser ist zu reduzieren und durch „einfach vollziehbare Indikatoren und Erfolgsorientierung“ zu ersetzen, auch um die Akzeptanz der 2. Säule bei den beteiligten Akteuren wieder zu erhöhen (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 13). Die bisher diskutierten und verabschiedeten Regelungen deuten jedoch daraufhin, dass dieses Ziel nicht erreicht wird.

Akzeptanz der 2. Säule:

Die Maßnahmen der 2. Säule beruhen auf einer freiwilligen Teilnahme der Landwirte und sind damit auf deren Akzeptanz der Maßnahmen angewiesen. Vornehmlich werden ökonomische Anreizmechanismen genutzt, um die Landwirte zu einer Teilnahme zu motivieren. Aufgrund der Einschränkung der ökonomischen Anreizkomponente in der letzten Förderperiode hat die Bereitschaft der Landwirte zur Teilnahme gelitten. Diese Entwicklung wird zusätzlich durch hohe Agrarpreise verstärkt. Insbesondere in Gunstlagen ist der finanzielle Anreiz der Landwirte zur Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen nicht vorhanden. Um die Motivation zu steigern, ist zum einen die Wiedereinführung der Anreizkomponente, zum anderen die Einführung von Maßnahmen erforderlich, deren Förderhöhe in Abhängigkeit der Ertragsfähigkeit der Standorte variiert.

Zusammenfassende Bewertung der zukünftigen Agrarpolitik aus Sicht der Umwelt- und Naturschutzes

Die europäische Einigung zur GAP-Reform sieht eine weitere Integration von Umwelt- und Naturschutzleistungen in die 1. Säule vor. Grundsätzlich ist es zu begrüßen, dass die Bedeutung der Landwirtschaft für den Umwelt- und Naturschutz in der Ausgestaltung der Agrarpolitik verstärkt sichtbar wird. Allerdings stellt sich die Frage, ob die 1. Säule für die Umsetzung von Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen geeignet ist und ob die definierten Maßnahmen den erhofften Nutzen erwarten lassen.

Die im Rahmen der 1. Säule definierten Auflagen sind von allen Landwirten zu erbringen, sofern sie nicht auf die Direktzahlungen verzichten. Hierdurch besteht zum einen die Möglichkeit, Mindeststandards des Umwelt- und Naturschutzes auch in Intensivregionen (Ausnahme: Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen aufgrund der möglichen Transferierbarkeit), sowie auch in allen Mitgliedsstaaten ohne den beeinflussenden Faktor der Kofinanzierung durchzusetzen (Matzdorf, B., 2011), zum anderen erfährt der Umwelt- und Naturschutz damit auch verstärkte Aufmerksamkeit.

Die 1. Säule erscheint jedoch nur eingeschränkt geeignet, Umwelt- und Naturschutzleistungen effektiv und in Abhängigkeit ihres Bedarfs zu erbringen. So ist es für die Effektivität von Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen in den überwiegenden Fällen nicht nur relevant, dass eine Maßnahme stattfindet, sondern besonders, wo sie

stattfindet (Matzdorf, B., 2011), d.h. ihre Effektivität ist situationsabhängig und sollte damit aus Sicht des SRU nicht durch Direktzahlungen honoriert werden (SRU 2008, S. 746). Der Wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik lehnt die Einführung einer Ökologisierungskomponente in die 1. Säule ebenfalls ab, da Umweltziele in der 2. Säule „zu geringeren Kosten“ erreicht werden können (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV 2011b). Die Lenkung von Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen auf Bedarfsflächen ist in der 2. Säule besser möglich als in der 1. Säule bzw. es ist eine enge Verzahnung zwischen 1. und 2. Säule anzustreben (Matzdorf, B., 2011). Darüber hinaus wird eine Zunahme der Bürokratie und des Kontrollaufwandes erwartet, was dem Ziel der Vereinfachung der Agrarpolitik widerspricht (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV 2011; SRU 2008, S. 752).

Die Maßnahmen der Ökologisierungskomponente können u.U. dazu dienen, zusätzliche öffentliche Güter zu erzeugen, die unter den aktuellen Marktbedingungen ohne die entsprechende Auflage nicht erbracht würden. Damit erfüllen sie eventuell die Forderungen des SRU und des WBA, die Bereitstellung öffentlicher Güter nur dann zu honorieren, wenn sie ohne Honorierung nicht hervorgebracht würden (SRU 2008, S. 746; Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik 2010, S. 28). Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes wurde vor allem die neu formulierte Forderung nach der Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen mit der Hoffnung verbunden, zusätzliche Leistungen der Landwirtschaft - insbesondere im Hinblick auf die Biodiversität – zu realisieren. Allerdings sind die daran geknüpften Erwartungen des Umwelt- und Naturschutzes durch die erzielte europäische Einigung von Juni 2013 und deren nationale Umsetzung sehr enttäuscht worden. So wird die Einigung zur GAP-Reform aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes nur noch als Einstieg in eine neue Ausrichtung der Agrarpolitik gesehen, die zeitnahe Erbringung zusätzlicher Umweltleistungen durch die Landwirtschaft wird jedoch verneint (u.a. Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2013).

Den Forderungen des Umwelt- und Naturschutzes, die Stellung der 1. und der 2. Säule anzugleichen (SRU Umweltgutachten 2008, S. 746), vor allem bzgl. der finanziellen Ausstattung, der Kofinanzierungssätze, der Verlässlichkeit und Planungssicherheit (Schulz, D. 2010, S. 2 u. 8; Umweltbundesamt o.J. d, S. 42f.), kommt die EU-Kommission mit ihrer Reform jedoch nicht nach. Vielmehr enthält die Reform hinsichtlich der finanziellen Ausstattung und der Kofinanzierungssätze der 2. Säule Vorschläge, die aus Umwelt- und Naturschutzsicht negativ zu bewerten sind. Weiter gehende Forderungen wie das Auslaufen der 1. Säule (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik 2010, S. 28) oder die Bereitstellung öffentlicher Gelder ausschließlich für öffentliche Güter (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 4) wurden bisher in der Reform nicht bzw. nicht ausreichend aufgegriffen.

Ebenfalls bleibt in der Einigung um die Agrarreform 2013 die Bedeutung insbesondere der Energie- und Klimaschutzpolitik für die landwirtschaftliche Entwicklung unberücksichtigt (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV 2011). Dabei beeinflussen diese Politikbereiche die landwirtschaftliche Entwicklung in einigen Regionen maßgeblich und laufen den definierten Zielsetzungen der Agrar- und insbesondere der Umwelt- und Naturschutzpolitik zuwider. Eine verbesserte Abstimmung zwischen den verschiedenen Politikbereichen ist daher dringend notwendig (siehe auch KLU 2012).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es durch die Einigung der Kommission vom Juni 2013 zu einer weiteren Vermischung von 1. und 2. Säule kommt. Dadurch wird jedoch die Argumentation für das Beibehalten von zwei Säulen der Agrarpolitik weiter geschwächt. Andererseits droht(e) mit der Aufspaltung der 1. Säule in Basiskomponente und Greening ein Auseinanderbrechen in 3 Säulen.

Darüber hinaus ist eine Weiterführung der bisherigen flächenbezogenen Zahlungen, nicht zuletzt aufgrund der in vielen Bereichen gestiegenen Preise, ohne maßgebliche Gegenleistung gesellschaftlich schwer vermittelbar. Als nicht minder problematisch muss die Flächenprämie auch in ihrer Einkommenswirkung bei unterschiedlicher Betriebsgröße eingestuft werden, trotz der Einführung von Prämienzuschlägen für die ersten Hektar eines Betriebes. Letztlich kann nur eine konsequente Ausrichtung der Zahlung öffentlicher Gelder an der Erbringung von Gemeinwohlleistungen das Dilemma lösen. Die genannten Kritikpunkte können eventuell dazu beitragen, dass die Realisierung einer neuen Architektur der Agrarpolitik (wie z.B. vom Wissenschaftlichen Beirat Agrarpolitik gefordert) im nächsten Reformschritt 2020 realistischer wird, vor allem dann, wenn sich in der Halbzeitbewertung 2017 ein Scheitern des Greenings herausstellt. In diesem Zusammenhang kann es daher als positiv erachtet werden, dass die Bedeutung von Umwelt- und Naturschutzleistungen in der aktuellen Reform betont wird, so dass „the reform process bears the potential to become an exemplar for redirecting farm policies elsewhere in the world towards sustainability“ (Plieninger, T. et al. 2012, S. 7). Der Zeitraum von 2014 bis 2020 dient dann als Übergangsperiode, um eine weitere Reform vorzubereiten, die den Herausforderungen der Agrarpolitik und der Gesellschaft verstärkt Rechnung trägt.

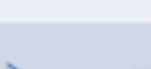
Kapitel 8 Zusammenfassung und Diskussion

8.1 Zusammenfassende Darstellung der Belastungssituation der Umwelt- und Naturschutzgüter durch die Landwirtschaft

Die Schutzgüter werden durch vielfältige menschliche Wirkfaktoren sowohl negativ als auch positiv beeinflusst, woran die Landwirtschaft maßgeblich beteiligt ist. Dabei ist mit der landwirtschaftlichen Produktion zum einen die Bereitstellung von Gemeinwohlleistungen, insbesondere die Ernährungssicherung verbunden, zum anderen verursacht die Landwirtschaft aber auch schwerwiegende – und nicht vollständig lösbare – Umweltprobleme. Es ist an dieser Stelle noch einmal darauf hinzuweisen, dass das vorliegende Gutachten sich ausschließlich auf die Umweltprobleme der Landwirtschaft beschränkt und keine Gegenüberstellung von Umweltleistungen (heute gewöhnlich „Ökosystemdienstleistungen“ genannt, vgl. Grunewald, K. & Bastian, O., 2013) vornimmt.

Seit 1985 haben sich sowohl der allgemeine Belastungszustand von Natur und Umwelt als auch die Wirkungen der Landwirtschaft auf diesen verändert. Die folgende Abbildung 135 gibt einen Überblick über die Entwicklungen seit 1985. Dabei wird ausschließlich die Situation in Deutschland betrachtet und lediglich ein Trend wiedergegeben, der sich in der Stärke seiner Ausprägung trotz gleicher Richtung unterscheiden kann.

Abb. 134 Trends der Belastungsentwicklung der Umwelt- und Naturschutzgüter seit 1985

Naturschutzgut	allg. Belastungstrend	Trend der landwirtschaftlichen Belastung
Biodiversität		
Boden		
Klima		
Landschaftsbild		
Luft		
Schadstoffe in Lebensmitteln		
Wasser		

Quelle: eigene Darstellung

Die Darstellungen im vorliegenden Gutachten zeigen, dass die Entwicklungen hinsichtlich der verschiedenen Schutzgüter getrennt betrachtet werden müssen. So hat sich der allgemeine Belastungszustand der Biodiversität, des Bodens und des Klimas seit 1985 negativ entwickelt. Im Gegensatz dazu konnte der Zustand von Luft und Wasser in diesem Zeitraum zumindest teilweise verbessert werden, wobei insbesondere die Belastung des Wassers in jüngster Vergangenheit wieder zugenommen hat. Dies beruht vor allem auf dem zunehmendem Anbau von Mais zur Energiegewinnung und den mit dem Gärsubstrat zusätzlich ausgebrachten Nährstoffen.

Der Zustand der Biodiversität wird von Seiten der Landwirtschaft vor allem durch die Vernichtung und Zerschneidung von Lebensräumen gefährdet, sowie durch den Austrag von Betriebsmitteln, die versauernd, eutrophierend und toxisch wirken können. Zwar haben die Austragssalden von Betriebsmitteln sowie deren negative Eigenschaften seit 1985 teilweise vermindert, und auch Maßnahmen des speziellen Artenschutzes zeigen positive Wirkungen, jedoch werden die definierten Zielwerte z.B. der Biodiversitäts- oder Nachhaltigkeitsstrategie meist noch nicht erreicht.

Auch der Belastungszustand des Bodens hat sich seit 1985 kaum verbessert. Der zunehmende Einsatz schwerer Maschinen auf Agrarflächen oder häufigere Befahrungen (gerade auch im ökologischen Landbau) fördern die Bodenverdichtungen. Neubau oder Erweiterung landwirtschaftlicher Gebäude (Ställe, Maschinenhallen), Straßen und Wege bedingen zusätzliche Flächenversiegelungen. Auch die stoffliche Bodenbelastung durch die Landwirtschaft hat nicht wesentlich abgenommen. Zwar sind reduzierte Düngesalden positiv zu vermerken, allerdings lagern sich viele Nährstoffe im Boden an und können auch langfristig noch Belastungen hervorrufen; Ähnliches gilt für Pflanzenschutzmittel. Das Erosionsrisiko ebenso wie die Thematik des Humusabbaus werden in jüngster Vergangenheit zwar verstärkt politisch adressiert, allerdings ist von wesentlichen Zustandsverbesserungen auch hier nicht auszugehen.

Klimawandel und Klimaschutz sowie CO₂-Emissionen waren zur Zeit der Erstellung des SRU-Gutachtens weder ökologisch noch politisch relevant und wurden darin nicht behandelt. Doch in den Ausführungen über die landwirtschaftlich verursachte Belastung der Luft (SRU 1985, S. 275-281) werden u. a. die Emissionen von Methan und Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O) beschrieben, die seitdem als hoch wirksame Treibhausgase erkannt wurden. Damit kann auch der Klimawandel an das SRU-Gutachten anknüpfen. Die Klimaforschung hat gezeigt, dass die Landwirtschaft mit zu den größten Emittenten von Treibhausgasen zählt. Im Betrachtungszeitraum der Emissionen seit 1990 haben sich die dafür verantwortlichen Wirkfaktoren der Landwirtschaft nur unwesentlich verändert, vor allem im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Die Reduktion von Methan-Emissionen aus der Wiederkäuer-Verdauung ebenso wie beim Management der Tierexkreme ist in erster Linie auf den Rückgang der Tierbestände – vor allem in Ostdeutschland – zurückzuführen.

Der Gefährdungs- und Belastungstrend des Schutzgutes Landschaftsbild hat sich in der Vergangenheit negativ entwickelt. In jüngster Vergangenheit werden Belastungen des Landschaftsbildes vor allem im Zusammenhang mit dem beschleunigten Übergang zu erneuerbaren Energieträgern und den dafür benötigten Erzeugungsflächen und -anlagen (Windkraft- und Solarzellenfelder, Biogaserzeugung aus Mais, Netzinfrastuktur) kontrovers diskutiert. Aber auch die übrigen landwirtschaftlichen Wirkfaktoren haben

sich im Hinblick auf die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes tendenziell negativ entwickelt. Die Landwirtschaft ist der „Hauptverursacher des Landschaftsbildes“ (van Elsen, T. 2001). Landschaftsbildprägende Faktoren wie die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion in Gunstregionen (Beseitigung von Landschaftselementen und Biotopen, Einengung von Fruchtfolgen, Vergrößerung von Schlägen) bzw. die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung und damit das Voranschreiten der Sukzession in Grenzertragsregionen wirken sich insgesamt ungünstig auf das Landschaftsbild aus.

Der allgemeine Zustand der Luft hat sich dagegen seit 1985 wesentlich verbessert. Die der Landwirtschaft zuzuordnenden Emissionen von Stickstoffmonoxid, Lachgas und Stickstoffdioxid stiegen zwischen 1994 und 2000 zwar noch an, liegen seit 2007 jedoch wieder auf dem Niveau von 1994. Dagegen konnten bei landwirtschaftlich bedingten Ammoniak- und Feinstaubemissionen nur wenige Verbesserungen erzielt werden

Die Belastung von Lebensmitteln mit Rückständen und Kontaminanten ist insgesamt auf gesundheitlicher Sicht als unbedenklich einzustufen. Zwar werden Rückstände und Kontaminanten vielfach in Lebensmitteln nachgewiesen, die Funde liegen jedoch meist unter den festgelegten Grenzwerten. Dennoch treten auch immer wieder Lebensmittelskandale auf, die jedoch meist zeitlich und örtlich eingeschränkt zu Belastungen führen bzw. mit Verstößen gegen die Kennzeichnungsverordnung im Zusammenhang stehen. Diese Skandale rufen jedoch großes mediales Interesse hervor und deuten an, dass teils gezielt gegen gesetzliche Vorgaben verstoßen wird.

Auch der Zustand des Wassers (Grund- und Oberflächengewässer) konnte seit 1985 verbessert werden. Allerdings wurden die Einträge aus der Landwirtschaft nur in geringem Umfang reduziert. Verbesserungen konnten vor allem durch die Ausweisung von Schutzgebieten mit entsprechenden Bewirtschaftungsauflagen erzielt werden. Als vorteilhaft erwiesen sich zum einen die Verringerung von Nährstoffsalden, zum anderen das Verbot wassergefährdender Stoffe und Produktionspraktiken, Vorschriften zur Lagerung von Mist und Silage oder Sperrfristen der Gülleausbringung. Regional hohe Belastungen (z.B. aufgrund geologischer oder witterungsbedingter Rahmenbedingungen in Kombination mit hohen Tierbesatzdichten) bestehen jedoch weiter.

In Anlehnung an die vom SRU 1985 vorgenommene Gewichtung und Rangfolge der von der Landwirtschaft ausgehenden Belastungen wird auch an dieser Stelle der Versuch einer solchen Reihung der Bedeutung der Umweltprobleme unternommen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass zwischen den Umwelt- und Naturschutzgütern vielfältige Wechselbeziehungen bestehen und die vorliegende Reihung diese nicht berücksichtigt, sondern auf die Beeinflussung durch die landwirtschaftliche Produktion fokussiert. Die „schwerwiegendsten Auswirkungen“ (SRU 1985, S. 296) hat die landwirtschaftliche Produktion auch heute noch auf die Biodiversität, aber auch auf Boden, Klima und Landschaftsbild (siehe auch Rockström et al. 2009: Biodiversitäts-Verluste sind die größte Überschreitung der planetary boundaries). Die Gefährdung des Grundwassers, die vom SRU 1985 an zweiter Stelle genannt wurde, wird heute aufgrund der erreichten Verbesserungen, zusammen mit der Belastung der Oberflächengewässer und der Luft, eher als nachrangig angesehen. Gleiches gilt für die Schadstoffbelastung von Lebensmitteln, der trotz wiederholter Lebensmittelskandale – im Zusammenhang mit der

Betrachtung der Umweltprobleme der Landwirtschaft – nur eine geringere Bedeutung zukommt.

Abschließend ist festzuhalten, dass sich der Zustand der Schutzgüter – besonders im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts – teilweise zwar leicht verbessert, aber der Anteil der landwirtschaftlich bedingten Belastungen meist zugenommen hat. Ursächlich dafür sind größere Reduzierungen der Umweltbelastungen in anderen Wirtschaftssektoren, wo sie häufig über den Einsatz entsprechender Techniken auch leichter realisiert werden können. Dagegen bestehen im Bereich der landwirtschaftlichen Betriebs- und Produktionsstrukturen vielfältige, komplexe Wechselbeziehungen, die zu negativen (oder positiven) Umweltwirkungen führen können. Aufgrund dieser Vielfältigkeit und auch angesichts der Vielzahl an Betrieben, Produktionsstätten und –flächen sind „einfache Regelungen“ und deren Überwachung häufig kaum umsetzbar. Dennoch wurde seit 1985 eine Vielzahl von Regelungen für die Landwirtschaft erlassen – teils jedoch erst in jüngster Vergangenheit – , durch die negative Umweltwirkungen gemildert werden sollen. Wegen der Komplexität der Zusammenhänge und der langfristigen Ursachen-Wirkungs-Beziehungen ist davon auszugehen, dass einige dieser Maßnahmen erst in größeren Zeiträumen Wirkungen zeigen.

Es ist jedoch ebenfalls festzuhalten, dass die Belastungen, die von der Landwirtschaft auf Biodiversität, Boden, Landschaftsbild und Klima ausgehen, weiterhin sehr hoch sind und sich seit 1985 teilweise sogar wesentlich erhöht haben. Hierbei spielt die zunehmende Intensität der Flächenbewirtschaftung in Gunstregionen eine entscheidende Rolle, aber auch die Aufgabe der Bewirtschaftung in Grenzertragsregionen beeinflusst insbesondere die Schutzgüter Biodiversität und Landschaftsbild negativ.

Die Landwirtschaft wird jedoch immer Auswirkungen auf die Schutzgüter haben – sowohl positive als auch negative. Die negativen Wirkungen können niemals vollständig reduziert, sondern lediglich gemildert werden, und im Zusammenspiel mit den positiven Wirkungen eine insgesamt neutrale bzw. eventuell leicht positive Wirkung entfalten. Es sind jedoch weitere Anstrengungen und Maßnahmen notwendig, die Belastungen der Umwelt durch die Landwirtschaft zu mildern (siehe Kapitel 8.3)

8.2 Zusammenfassende Darstellung des Umsetzungsstandes der vom SRU formulierten Forderungen

1985 hat der SRU eine Reihe von Forderungen formuliert, um die negativen Umweltwirkungen der Landwirtschaft zu mildern. Die Forderungen reichten dabei von Vorschlägen zur Korrektur bestehender bis zur Implementierung neuer Instrumente (z.B. Einführung einer Abgabe auf Stickstoff). Viele davon sind bis heute umgesetzt worden oder wegen Änderungen der Rahmenbedingungen nicht mehr relevant (z.B. Absenkung der Agrarpreise im Rahmen der GAP). Andere Forderungen wurden bis heute nicht realisiert. Die folgende Tabelle 71 gibt einen Überblick über den aktuellen Umsetzungsstand der Forderungen und gibt Hinweise zum weiteren Handlungsbedarf.

Tab. 71 Umsetzungsstand der 1985 vom SRU formulierten Forderungen

Empfehlung	Umsetzungsstand	weiterer Handlungsbedarf	Darstellung des Handlungsbedarfs
Biotopschutz und Landschaftspflege			
Sicherung ökologischer Vorrangflächen – Aufbau Biotopverbundsystem	Teilweise umgesetzt, vielfältige Schutzkulissen mit unterschiedlichen Anforderungen, Verankerung im BNatSchG, Sicherung entsprechender Flächen in intensiv genutzten Region bisher ungenügend	ja	Sicherstellung der Funktionserfüllung ökologischer Vorrangflächen als naturnahe Biotope auch in intensiv genutzten Regionen
Streichung der Landwirtschaftsklausel	Ist seit 1998 gestrichen	nein	
Bereitstellung kleinflächiger Elemente des Biotopverbundes ohne Entgelt	Erhaltung von Landschaftselementen im Rahmen von CC gefordert, Vorschlag in der GAP-Reform 2013/14 aufgegriffen (abgegolten durch Direktzahlungen)	ja	Sicherstellung der Funktionserfüllung ökologischer Vorrangflächen als naturnahe Biotope auch in intensiv genutzten Regionen
Maßnahmen zur Extensivierung (Verzicht auf Düngung, PSM auf Ackerrandstreifen)	Durch Förderung in AUP seit 1992 umgesetzt, Auflagen im Rahmen von CC seit 2005 bzw. durch spätere Verschärfungen definiert	ja	„Wettbewerbsfähigkeit“ der Programtteilnahme gegenüber der ökonomischen Vorteilhaftigkeit des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und intensiver Teirhaltung zu verbessern
Beachtung umweltpolitischer Belange auf allen Ebenen	Belange des Umwelt- und Naturschutzes werden zwar meist thematisiert, andere Zielsetzungen (z.B. Produktionssteigerung) erhalten jedoch meist Vorrang	ja	Internalisierung externer Kosten trägt dazu bei umwelt- und naturschutzfreundliche Produktionsweisen ökonomisch besser zu stellen
Bereitstellung 3% von Flurbereinigungsflächen für Biotopverbundsystem	Möglicherweise auch im Rahmen des Greening umgesetzt, auch Anlage von Landschaftselementen in Flurbereinigungsverfahren, aber in geringerem Umfang	ja	Die Zuständigkeit der Pflege von Landschaftselementen insbesondere im Rahmen der Anlage in Flurbereinigungsverfahren ist zu klären

naturnahe Gewässer ausbauen	Weiterer Ausbau, aber auch Umsetzung von Renaturierungen	ja	
Umweltschonende Landwirtschaft durch Anbausysteme und Fruchtfolgen			
Anreize zur Ausdehnung der Fruchtfolge	Maßnahmen im Rahmen von AUP seit 1992, Einhaltung einer mindestens 3-gliedrigen Fruchtfolge im Rahmen von CC (allerdings andere Optionen wie z.B. Erstellung einer Humusbilanz zur Einhaltung der Auflage) und in der GAP-Reform 2013/14	ja	Verbesserung der Steuerungswirkung der Instrumente (zeitliche und räumliche Einhaltung mehrgliedriger Fruchtfolgen)
Umfassende Beratung	ja, aber nicht in allen Ländern Offizialberatungsangebot, Fokus der Beratung auf ökonomische Aspekte der Produktion	ja	Offizialberatungsangebote für Bereich ohne (kurzfristigen) ökonomischen Hintergrund z.B. Biodiversitätsschutz
Ausdehnung des Erhebungs- und Überwachungssystems	ja, Erhebungs- und Überwachungssystem vorhanden, Datenzugang bisher häufig unbefriedigend	ja	Verbesserung der Datendurchlässigkeit, Nutzung der Daten z.B. für wissenschaftliche Zwecke erleichtern

Empfehlung	Umsetzungsstand	weiterer Handlungsbedarf	Darstellung des Handlungsbedarfs
Informations- und Überwachungssystem			
Aufbau Informations- und Überwachungssystem für den Umwelt- und Naturschutzbereich	ja, aber zu wenige Daten zu Boden	ja	Ausbau von Informations- und Überwachungssystemen z.B. für den Bereich der Bodenschadverdichtung
Rechtliche Rahmenbedingungen für das Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt			
Einführung von Betreiberpflichten	bisher nicht im Naturschutzgesetz verankert, gute fachliche Praxis definiert, aber teils nicht rechtsverbindlich und ohne Sanktionen	ja	Vollständige Konkretisierung der Betreiberpflichten im landwirtschaftlichen Fachrecht und Festsetzung entsprechender Sanktionsmechanismen
Agrarpolitische Voraussetzungen einer umweltschonenden Landwirtschaft			
Senkung der Agrarpreise	ja, MacSharry-Reform, Entkopplung 2003, bezweckte Extensivierung aufgrund steigender Agrarpreise nicht realisiert insbesondere durch verstärkten Anbau nachwachsender Rohstoffe und deren Förderung im Rahmen energiewirtschaftlicher Anreizsysteme	ja	Verstärkte Berücksichtigung umwelt- und naturschutzfachlicher Aspekte im Rahmen der Energiepolitik
Änderung der Agrarstrukturpolitik	Teilweise umgesetzt, weitere Fördertatbestände mit negativen Umweltwirkungen in der GAK	ja	Abbau der 1. Säule der GAP, Leitbild der Agrarpolitik „Public money for public goods“ (aktuell insbesondere flächenstarke Marktfruchtbaubetriebe am stärksten gefördert)
regionales Bewirtschaftungsentgelt	ja, AUP (Einschränkung bei Regionsbezug)	ja	Weiterer Ausbaus entsprechender Förderinstrumente und Anreizmechanismen
Einführung einer Stickstoffabgabe mit Ausgleichszahlung	nein	ja	Prüfung der Einführung einer Stickstoff-Abgabe auf mineralischen Dünger und Eiweißfuttermittel, Flächenbindung der Tierhaltung, Novellierung der Düngeverordnung

Der Überblick über den Umsetzungsstand der vom SRU 1985 formulierten Forderungen zeigt, dass ein Großteil davon aufgegriffen wurde. Allerdings ist dies teilweise mit großer zeitlicher Verzögerung geschehen. So sind „wichtige Richtlinien wie die FFH- und die Nitratrichtlinie (...) unzureichend und/oder mit erheblicher Verzögerung umgesetzt worden“ (Burdick, B. & Lange, U. 2003, S. 102). Zum anderen wurden einige Forderungen nur ansatzweise umgesetzt, so dass sie die intendierten Wirkungen nicht entfalten konnten. Es besteht also weiterer Handlungsbedarf, da viele der 1985 adressierten Umweltprobleme der Landwirtschaft nach wie vor aktuell sind. Anzumerken ist jedoch auch, dass eine Reihe von Rahmenbedingungen sich seit 1985 wesentlich verändert hat. Insbesondere ist hier die steigende Nachfrage agrarischer Produkte zu nennen (Zunahme des Nahrungsmittelbedarfs weltweit, Flächenanspruch für Energiebereitstellung,...), die wesentlichen Einfluss auf die Art und Weise der landwirtschaftlichen Produktion und das Marktgeschehen hat. Daher werden erweiterte oder neue Ansätze zur Beschränkung der negativen Umweltwirkungen der Landwirtschaft erforderlich.

Nachfolgend werden noch zwei wesentliche Aspekte herausgegriffen, deren Entwicklung auch im Zusammenhang mit dem SRU-Sondergutachten von 1985 zu sehen ist und insbesondere in der Debatte um die Agrarpolitik nach 2013 wieder an Bedeutung gewinnt.

1985 hatte der SRU die „Landwirtschaftsklauseln“ des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) von 1976, nach denen eine „ordnungsgemäße“ Landwirtschaft den Zielen des Umwelt- und Naturschutzes und der Landschaftspflege dienen würde, scharf kritisiert (SRU 1985, S. 353) und ihre Abschaffung gefordert; stattdessen sollten die schon erwähnten „Betreiberpflichten“ für die Landwirtschaft eingeführt werden. Mit der BNatSchG-Novellierung wurden die Klauseln gestrichen, aber durch die Einhaltung der Regeln der „guten fachlichen Praxis“ ersetzt. Dieser Begriff hatte in Deutschland 1986 Eingang in das landwirtschaftliche Fachrecht gefunden und ist seit 1998 auch Bestandteil des Naturschutzrechts. Die EU forderte die Festschreibung der guten fachlichen Praxis mit der Agenda 2000 (Haber, W. 2014, S. 148 ff.), und „relevante(n) rechtliche(n) Regelungen finden sich in verschiedenen Gesetzen und Verordnungen (Natur- und Gewässerschutzrecht, Düngemittelrecht, Pflanzenschutzmittelrecht u. a.)“, (SRU 2002 zitiert in SRU 2008, S. 749). Die Definition der guten fachlichen Praxis, die ohne Entgelt einzuhalten ist, unterliegt stetiger Entwicklung, in Abhängigkeit des allgemeinen Verständnisses einer „ordnungsgemäßen“ Bewirtschaftung (Faßbender, H. et al. 2005). Es wird jedoch bemängelt, dass die gute fachliche Praxis teilweise unzureichend konkretisiert ist (Haber, W. 2014, S. 118 f.) und „standortspezifische Probleme“ nicht ausreichend geregelt sind (SRU 2008, S. 750). Die gute fachliche Praxis stellt damit einen Minimalkompromiss dar, der aktuell jedoch nicht in der Lage ist, negative Umweltwirkungen maßgeblich einzuschränken (Haber, W. 2014, S. 119; Taube, F. 2012b). Bisher ist auch die „Durchsetzung der guten fachlichen Praxis (...) aufgrund des mangelnden Instrumentariums ungenügend“ (Burdick, B. & Lange, U. 2003, S. 102). Die gute fachliche Praxis definiert jedoch, in welchem Maß jeweils das Verursacherprinzip für die Landwirtschaft und das Gemeinlastprinzip für die Gesellschaft zumutbar sind (Haber, W. 2014, S. 119). Es wird auch gefordert, die „Einhaltung der guten fachlichen Praxis (...) durch die Förderung der Umweltberatung der Landwirte [zu] verbesser[n]“ (SRU 2008, S. 746).

Die GAP-Reform 2013/14 (siehe Kapitel 7.6) bietet Möglichkeiten, Belange des Umwelt- und Naturschutzes verstärkt in der Agrarpolitik zu verankern. Die Diskussion um eine „Greening“-Komponente in der 1. Säule zeigt, dass die Problematik der landwirtschaftlichen Umweltwirkungen weit in agrarpolitische Diskussionen eingedrungen ist. Da die Agrarpolitik die landwirtschaftliche Produktion maßgeblich beeinflusst, hat sie „therefore (...) considerable potential to influence the scale of delivery of public goods. (Cooper, T. et al. 2009, S. 85). Offen ist jedoch, auf welche Art und Weise negative Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion effizient, effektiv und langfristig durch die Agrarpolitik gemildert werden können und Belange des Umwelt- und Naturschutzes darin Berücksichtigung finden. Die Kopplung von Auflagen an Direktzahlungen im Rahmen der 1. Säule werden dabei u .a. im Hinblick auf begrenzte und sinkende Budgets ebenso wie im Hinblick auf steigende Agrarpreise kritisch hinterfragt.

8.3 Diskussion und weiterer Handlungsbedarf

Der SRU befasste sich 1985 eingehend mit dem Umweltproblemen der Landwirtschaft. Die Betrachtungstiefe und -breite des Gutachtens war zur damaligen Zeit einmalig. Die formulierten Empfehlungen wurden teils umgesetzt bzw. besitzen heute noch Aktualität.

Die Belastungssituation einiger Umwelt- und Naturschutzgüter hat sich seitdem und insbesondere in jüngster Vergangenheit teilweise verbessert. So ist in „den letzten Jahrzehnten (...) die Schadstoffbelastung von Luft, Gewässern und Böden (spürbar) zurückgegangen, ebenso wie in den letzten Jahren die Emissionen von Treibhausgasen (THG). (...) Viele Umweltentwicklungen in der EU bleiben jedoch besorgniserregend, nicht zuletzt aufgrund der unzulänglichen Umsetzung der geltenden EU-Umweltvorschriften“ (Europäische Kommission 2012b, S. 10). Minderungen von Umweltbelastungen sind jedoch meist auf andere Wirtschaftssektoren als die Landwirtschaft zurückzuführen. Dies hängt, wie erwähnt, auch mit der besseren Möglichkeit der Umsetzung technischer Umweltschutzmaßnahmen in diesen Sektoren zusammen, wogegen in der Landwirtschaft technische Maßnahmen alleine häufig nicht ausreichend sind, um Umweltentlastungen herbeizuführen. So ist die Landwirtschaft heute eine der „wesentlichen Ursachen für die Eutrophierung und Versauerung natürlicher Ökosysteme, für den Klimawandel und den Verlust von Biodiversität“ (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 5), und der Anteil der landwirtschaftlichen Belastungen hat im Hinblick auf andere Belastungsquellen an Bedeutung gewonnen.

Es sind jedoch eine Reihe von Instrumenten implementiert worden, welche die negativen Umweltwirkungen der Landwirtschaft mildern sollen und können. „Seit Anfang des 21. Jahrhunderts ist die landwirtschaftliche Nutzung durch die Reform der Agrarpolitik (...) und neue Vorschriften im Naturschutzrecht, z.B. über die gute fachliche Praxis (...) des Bundesnaturschutzgesetzes (...), sowie im landwirtschaftlichen Fachrecht (u.a. Düngeverordnung, Pflanzenschutzgesetz) umwelt- und naturschutzgerechter ausgerichtet worden“ (Haber, W. 2014, S. 197). Da dies teils erst in der jüngsten Vergangenheit geschehen ist und darüber hinaus Ursachen-Wirkungszeiträume in diesem Bereich sehr lang sein können, sind weitere Minderungen der landwirtschaftlichen Umweltwirkungen zu erwarten. So gehen Reidsma et al. davon aus, dass „the large intensification of agricultural production has mainly taken place before 1990 and currently there is some

stabilization (Reidsma, P. et al. 2006, S. 95). Allerdings ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass nicht alle Umweltbelastungen reversibel sind. Insbesondere für den Artenverlust, aber auch bei Bodenverdichtungen führt eine Minderung negativer Wirkfaktoren nicht zur Wiederherstellung des früheren Zustandes. Damit können langfristig auch negative Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion selbst verbunden sein, z. B. wenn das Potenzial zur biologischen Schädlingsbekämpfung beseitigt wurde (Geiger, F. et al. 2009, S. 104).

Die Vielzahl an Gesetzen und Regelungen hat bisher die negativen Wirkungen der Landwirtschaft z.B. im Bereich der Biodiversität nicht entsprechend einschränken können (Umweltbundesamt o.J. d, S. 41). Dies kann zum einen auf der zu schwachen Formulierung der inhaltlichen Anforderungen beruhen (Regelungsdefizit) bzw. an deren nicht ausreichender Konkretisierung, zum anderen auch auf dem im Zusammenhang mit Umwelt- und Naturschutzbelangen häufig bemängelten Vollzugsdefizit (siehe Kapitel 4.3.3e). Des Weiteren ist der Mix politischer Instrumente (ökonomische Anreize, Auflagen, Informationsvermittlung) hinsichtlich der Gewichtung und finanziellen Ausstattung sowie der konkreten Formulierung zu überdenken. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Motivation der Landwirte zur Erbringung von Gemeinwohlleistungen bzw. zur Reduzierung negativer externer Effekte – abweichend von der Annahme des „Homo Oeconomicus“ – auch auf intrinsischen Motiven beruhen kann und dementsprechend zu fördern ist.

Hingegen fördert die aktuell hohe Nachfrage nach Agrargütern – im Zusammenhang mit einer wachsenden Weltbevölkerung, sich ändernden Konsumgewohnheiten und zunehmendem Anbau von Biomasse für energetische Zwecke – eine weitere Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. So ist auch in diesen Politikbereichen eine verstärkte Berücksichtigung umweltpolitischer Belange anzumahnen (Europäische Kommission 2012b, S 15).

Die landwirtschaftliche Produktion ist jedoch, wie schon gesagt, nicht nur mit negativen Umweltwirkungen verbunden, sondern sie erbringt auch Gemeinwohlleistungen mit positiven externen Effekten. Diese entstehen als „Koppelprodukt“ erst im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion. Von Seiten der Gesellschaft werden an die Landwirtschaft vielfältige Anforderungen gestellt. Dabei geht die „Optimierung einer einzelnen Funktion wie z.B. der Produktion von Nahrungs-, Futtermitteln und Bioenergie (...) häufig mit einem negativen Effekt (Trade-off) auf die übrigen Ökosystem-Dienstleistungen einher (Oppermann, R. et al. 2012b, S. 2). Es bedarf demnach auch einer gesellschaftlichen Abwägung und Gewichtung der Anforderungen an die Landwirtschaft, ohne die eine adäquate Beurteilung der Zielerreichung nicht möglich ist.

Die Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion haben sich, wie mehrfach erwähnt, seit 1985 wesentlich verändert. Dies betrifft sowohl die natürlichen Rahmenbedingungen wie z.B. das sich ändernde Klima, aber auch sich ändernde Verbraucheransprüche (z.B. steigende Nachfrage nach Produkten des ökologischen Landbaus und regionalen Produkten, vielfältige Zertifizierungsinitiativen wie bspw. „gentechnikfrei“) und die zunehmende Konkurrenz auf den globalen Weltmärkten. Seit 1985 sind Landwirte insgesamt mehr als bisher „Unternehmer“ geworden, was entscheidend durch die Reformschritte der Agrarpolitik bis hin zur Entkopplung 2003 unterstützt wurde. Durch die zunehmende Nachfrage nach Fläche – für Produktions-,

aber auch Umwelt- und Naturschutzzwecke – hat sich die Konkurrenz um die endlichen, nicht vermehrbaren Landflächen erhöht.

Abschließend ist festzuhalten, dass der Landwirtschaft, da sie in und mit der Natur wirtschaftet, eine besondere Verantwortung für die Güter des Umwelt- und Naturschutzes zukommt (Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt 2011, S. 4). Dieser Verantwortung wird die Landwirtschaft bisher wenig bzw. nur eingeschränkt gerecht. Zwar konnten die vom SRU 1985 ausführlich dargestellten Umweltprobleme der Landwirtschaft in einigen Bereichen teilweise vermindert werden, jedoch ist in anderen Bereichen bisher keine dauerhafte Trendumkehr zu erkennen bzw. die Belastungen durch die Landwirtschaft nehmen sogar weiter zu. Es wird daher weiterer Maßnahmen bedürfen, um den negativen Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion auf die Schutzgüter zu mindern, auch wenn er nicht vollständig beseitigt werden kann. Es sind jedoch auch neue Überlegungen und Entwürfe für Politik und Gesellschaft notwendig, um die gesamtgesellschaftlichen Umweltbelastungen zu reduzieren. Nachfolgend wird der weitere allgemeine Handlungsbedarf in Stichpunkten kurz formuliert. Dabei wird nicht in der Ausführlichkeit - wie dies 1985 vom SRU erfolgte - auf einzelne zu überarbeitende Aspekte eingegangen, sondern Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft dargestellt, die Wirkungen auf alle Umwelt- und Naturschutzgüter haben (siehe auch Heißenhuber, A. 2013, S. 3):

- Überwindung von Regelungsdefiziten: Konkretisierung der guten fachlichen Praxis und weiterer in der Diskussion befindlicher Begrifflichkeiten (wie z.B. „bäuerliche Landwirtschaft“), Fortentwicklung bestehender Auflagen und Anpassung an die Anforderungen der Umwelt- und Naturschutzgüter – Fortentwicklung der Betreiberpflichten der Landwirtschaft (z.B. „Festlegung einer Flächenbindung der Viehhaltung und einer regionale Viehbestandsobergrenze“ (Heißenhuber, A. 2012, S. 24))
- Überwindung der Vollzugsdefizite: Verschärfung von Kontrollen und Sanktionen, um Gesetzesverstöße feststellen und angemessen (schmerzhaft) bestrafen zu können
- Weiterentwicklung des Ausbildungs- und Beratungswesens: stärkere Berücksichtigung von Umwelt- und Naturschutzaspekten in der landwirtschaftlichen Ausbildung und Beratung
- Etablierung eines Labelling-Systems auf Basis festgelegter Kriterien sowie eines unabhängigen Kontroll- und Sanktionssystems zur Kennzeichnung bestimmter Qualitätskriterien
- Schrittweiser Abbau der Direktzahlungen der 1. Säule bei gleichzeitiger Einhaltung der gesetzlichen Auflagen
- Gezielte Honorierung von der Landwirtschaft erbrachter und von der Gesellschaft erwünschter zusätzlicher Leistungen, die vom Markt nicht bezahlt werden
- Weiterentwicklung der 2. Säule und eines differenzierten Anreizsystems zur Honorierung von Umwelt- und Naturschutz-Leistungen der Landwirtschaft

- Forderung und Förderung der landwirtschaftlichen Eigenverantwortung für das Gemeinwohl
- Forschungsaktivitäten zum weiteren Verständnisgewinn der Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Beeinflussung der Umwelt- und Naturschutzgüter und zur Entwicklung von Produktionsmethoden mit möglichst geringen negativen Wirkungen auf die Schutzgüter

Die Landwirtschaft als größter Flächennutzer Deutschland und als Wirtschaftssektor mit vielfältigen Wechselwirkungen mit den Umwelt- und Naturschutzgütern muss sich ihrer Verantwortung zur Erhaltung eines guten Zustandes dieser Schutzgüter bewusst und ihr gerecht werden. Dies ist in der Vergangenheit nur eingeschränkt realisiert worden. Weiterer Handlungsbedarf ist notwendig, um den Trend der Belastung der Schutzgüter durch die Landwirtschaft nicht weiter zu verstärken, sondern vielmehr eine Trendumkehr zu erreichen. Dabei profitiert vor allem auch die Landwirtschaft langfristig davon, dass ihre Produktionsgrundlagen in einem guten Zustand erhalten bleiben.

Kapitel 9 Quellenverzeichnis

- Agravis o.J.: Pflanzenschutz, http://www.agravis.de/hauptnavigation_agravis_de/pflanzen/pflanzenschutz_1/verpackungen/verpackungen_1.html, abgerufen am 19.11.2012
- Ahlgrimm, H.-J. & Breford, J. (1998): Methanemissionen aus der Schweinemast. Landbauforschung Völkenrode, Band 48, Heft 1: S. 26-34.
- Alexandrovskiy, A.L. (2007): Rates of soil-forming processes in three main models of pedogenesis. In: Revista Mexicana de Ciencias Geologicas 24: S. 283-292.
- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Roth (o.J.): Schwefelmangel bei Getreide, http://www.aelf-rh.bayern.de/pflanzenbau/19670/linkurl_6.pdf, abgerufen am 25.2.2013
- Amthor, J.S. (2001): Effects of atmospheric CO₂ concentration on wheat yield, review of results from experiments using various approaches to control CO₂ concentration. Field Crops Res. 73, 1-34.
- Anonymus (2013): Holländer exportierten 67 % mehr Schweinegülle nach Deutschland, <http://www.topagrar.com/news/Schwein-News-Schwein-Hollaender-exportierten-67-mehr-Schweinequelle-nach-Deutschland-1099302.html>, abgerufen am 5.2.2014
- Appelhans, J. (2013): mündliche Mitteilung
- Bäurle, H. & Tamásy, C. (2012): Regionale Konzentrationen der Nutztierhaltung in Deutschland. Mitteilungen, Heft 79, Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA), Universität Vechta.
- Baessler, C. & Klotz, S. (2006): Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. In: Agric. Ecosyst. Environ. 115. 43-50.
- Bankamp, A. (2008): Klärschlammverwertung aus Sicht eines privaten Dienstleistungsunternehmens der Wasser- und Kreislaufwirtschaft. In: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (HRSG.): Internationales Klärschlamm-Symposium – Wege zu einer verantwortungsvollen Klärschlamm Entsorgung vom 30.6. bis 2.7. 2008 in Fürstenfeldbruck, München.
- Bathke, M. & Tietz, A. (2010): Verbesserung und Ausbau der Infrastruktur im Zusammenhang mit der Entwicklung und Anpassung der Land- und Forstwirtschaft (ELER-Code 125 Flurbereinigung (Code 125-A), Braunschweig.
- Bauer, T. (2012): Klimawandel und landwirtschaftliche Nutztierhaltung. Vortrag gehalten auf der 14. Jahrestagung der TLL am 8.11.2012
- Baumert, K. A. et al. (2005): Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. Washington, DC: World Resources Institute.
- Baumgarten, M. et al. (2006): Belastung der Wälder mit gasförmigen Luftschadstoffen- Studie zur Beurteilung der Luftqualität an Waldstandorten des forstlichen Umweltmonitoring in den Jahren 2002 und 2003. Freising.
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2012: Nitrat-Gehalt in Gemüse; http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_25_frischgemuese/et_nitrat_frischgemuese.htm, abgerufen am 11.3.2013
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2004a): Ammoniak und Ammonium, Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2004b): Luftschadstoffe – Wirkungen auf Ökosysteme. Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2004c): Benzo(a)pyren BAP, PAK (Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, http://www.lfu.bayern.de/altlasten/schadstoffratgeber_gebaeuderueckbau/suchregister/doc/502.pdf, abgerufen am 20.2.2013

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008a): Pflanzenschutzmittel in der Umwelt. Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008b): Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung, Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2009): Intakte Moore – prima für's Klima. Moorschutz ist Klimaschutz. Augsburg, [http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000005?SID=659225890&ACTIONxSESSxS HOWPIC\(BILDxKEY:lfu_nat_00155,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF\)=Z](http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000005?SID=659225890&ACTIONxSESSxS HOWPIC(BILDxKEY:lfu_nat_00155,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF)=Z), abgerufen am 28.11.2013

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2011): Intensivtierhaltung: Umweltrelevante Emissionen und Immissionen (Feinstaub – PM₁₀, PM_{2,5}, NH₃, N₂O, CH₄, NMVOC, Keime, Pilze, Endotoxine) Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg,

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012): UmweltWissen Kompost nutzen, Moore schützen. Augsburg, http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_109_kompost_nutzen_moore_schuetzen.pdf, abgerufen am 28.1.2012

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2004): Nährstoffgehalte, Nährstoffwirkung, Mengenanfall, Ausbringung, <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/organisch/09556/>, abgerufen am 2.11.2012

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2009): Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz – Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger in der Landwirtschaft, Freising,

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2010): 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern - Teil 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007. Freising-Weihenstephan.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2011): Agrarstrukturentwicklung in Bayern, Freising.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2012): Ökologisch und landeskulturell bedeutsame Flächen (ÖLF) <http://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/07801/index.php>, abgerufen am 15.2.2013

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1995): Lebensraum Streuobstflächen - Vorschläge zur Umsetzung von Artenschutzzielen. München.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2013): Einigung zur EU-Agrarpolitik 2014 bis 2020. München.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (o.J.): Verursacher von Feinstaub-PM₁₀-Emissionen in Bayern,

<http://www.stmug.bayern.de/umwelt/luftreinhaltung/feinstaub/emissionenpm10.htm>,
abgerufen am 25.2.2013

Beck, S. et al. (2006): Die Relevanz des Millennium Ecosystem Assessment für Deutschland. UFZ-Bericht 02/2006. Leipzig.

Belfrage, K. et al. (2005): The Effects of Farm Size and Organic Farming on Diversity of Birds, Pollinators, and Plants in Swedish Landscape. In: AMBIO: A Journal of the Human Environment, 34(8): 582-588.

Bengtsson, J. et al. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity an abundance: a meta-analysis. In: Journal of Applied Ecology 2005/42. 261-269.

Bernhardt, K. (1987): Aufgaben der Klimadiagnostik in der Klimaforschung. Gerl. Beitr. Geophys. 96, S. 113-126.

BfN siehe Bundesamt für Naturschutz

BfN, BLG, BUND, DBV, DVL, NABU, UBA und VLK (ohne Jahr): Entsiegelung bei Neuversiegelung – Eingriffsregelung optimiert anwenden! Gemeinsame Forderungen aus Landwirtschaft und Naturschutz.

Birrer, S.A. et al. (2009): Biodiversität im Kulturland – vom Nebenprodukt zum Marktvorteil. In: Mitteilung des Julius-Kuhn-Inst. 421.

BMEL siehe Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

BMELV siehe Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

BMI siehe Bundesministerium des Inneren

BMU siehe Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bosch & Partner (2009): Abschätzung der Ausbaupotenziale der Windenergie an Infrastrukturachsen und Entwicklung von Kriterien der Zulässigkeit.

Brade, W. et al. (2008): Milcherzeugung und Treibhausgas-Emissionen. In: Berichte über Landwirtschaft Band 86; S. 445-460.

Brandhuber, R. (2010): Erosionsgefährdungskataster: Umsetzung in Bayern . In: LfL (Hrsg.): Erosionsschutz – Aktuelle Herausforderung für die Landwirtschaft. Freising-Weihenstephan. S. 19-30.

Breustedt, G. & Habermann, H. (2010): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. Vortrag anlässlich der 50. Jahrestagung der GEWISOLA „Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Politikanalyse“. Braunschweig, 29.09. – 01.10.2010

Brooks, N. et al. (2006): Sea Level Rise: Coastal Impacts and Responses – Externe Expertise für das WBGU-Sondergutachten „Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer“ Norwich, Berlin. <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/139202.pdf>, abgerufen am 6.8.2012

Brunner, H. et al. (1995): Untersuchungen zur Konkretisierung des Begriffs „ordnungsgemäße Landwirtschaft“ im Sinne des Gewässerschutzes“ In: Berichte über Landwirtschaft. Stuttgart Vol. 73/1995, 2, p. 242-257, zitiert in Norer R., 2005 Lebendiges Agrarrecht – Entwicklungslinien und Perspektiven des Rechts im ländlichen Raum. Wien.

- Bruns, D. (2006): Die Europäische Landschaftskonvention. Bedarf es eines deutschen Sonderweges? Stadt + Grün 55 (12), S. 14-19,
- Buchal, C. & Schönwiese, C.-D. (2010): Klima - Die Erde und ihre Atmosphäre im Wandel der Zeiten. Hereus Stiftung.
- Buchner, W. (2003): Bodengefüge im Rahmen der Fruchtfolge stabilisieren. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Bodenschutz und landwirtschaftliche Bodennutzung – Umweltwirkungen am Beispiel der konservierenden Bodenbearbeitung. Berlin.
- BUND, Freunde der Erde (2012): BUND-Streuobstprojekte – ein wichtiger Beitrag zum Artenschutz, http://www.bund-bawue.de/themen_projekte/streuobst, abgerufen am 7.11.2012
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., Diakonisches Werk der Evangelischen Kirche, Evangelischer Entwicklungsdienst e.V. (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt http://www.zukunftsfahiges-deutschland.de/fileadmin/zukunftsfahigesdeutschland/PDFs/ZD_Einblicke_Endfassung.pdf, abgerufen am 3.11.2012
- Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung (2012): Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung, Braunschweig.
- Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2012): Eckpunkte für die Weiterentwicklung des Landwirtschaftsrechts zum Schutz des Grundwassers. Magdeburg.
- Bundesregierung: Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine Nachhaltige Entwicklung.
- Bundesamt für Naturschutz (2007): Die Lage der biologischen Vielfalt – 2. Globaler Ausblick. Bonn.
- Bundesamt für Naturschutz (2008): Daten zur Natur 2008, Bonn.
- Bundesamt für Naturschutz (2012a): Agrobiodiversität, http://www.bfn.de/0313_agrobiodiv.html, abgerufen am 7.11.2012
- Bundesamt für Naturschutz (2012b): Gebietsschutz / Großschutzgebiete, http://www.bfn.de/0308_gebietsschutz.html, abgerufen am 7.11.2012
- Bundesamt für Naturschutz (2012c): Geodienste <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete/#?centerX=3786876.500?centerY=5669060.000?scale=5000000?layers=524>, abgerufen am 7.11.2012
- Bundesamt für Naturschutz (2012d): Daten zur Natur 2012. Bonn.
- Bundesamt für Risikobewertung (2009): Nitrit in Spinat und in anderen Lebensmitteln; http://www.bfr.bund.de/cm/343/nitrit_in_spinat_und_anderen_lebensmitteln.pdf, abgerufen am 11.3.2013
- Bundesamt für Risikobewertung (2009b): Cadmium in Lebensmitteln, Berlin. S. 32f
- Bundesamt für Risikobewertung (2010a): Viszeraler Botulismus: Sachverständigengespräch im BfR, http://www.bfr.bund.de/cm/343/viszeraler_botulismus_sachverstaendigengespraech_im_bfr.pdf, abgerufen am 2.11.2012
- Bundesamt für Risikobewertung (2010b): Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel Ergebnisse des Forschungsprojektes LEXUKon. Berlin.

- Bundesamt für Risikobewertung (2013): Bewertungsbericht des Bundesinstituts für Risikobewertung zu den Ergebnissen des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2011 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2011;
http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/08_nrkp_erkp/bfr_gesundheitliche_bewertung_nrkp_euep_2011.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2006): Nationale Statuserhebung von Dioxinen und PCB in Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs. Berlin
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2010): Pflanzenschutzmittel – sorgfältig geprüft, verantwortungsbewusst zugelassen. Braunschweig.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2011a): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2010, Braunschweig;
http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/meld_par_19_2010.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2011b): Bericht zu Pflanzenschutzmitteln 2011.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2012a): Erstmals Zahlen über Antibiotika-Abgabe in der Tiermedizin erfasst.
(http://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/01_PI_und_HGI/TAM/2012/2012_abgabemengenregister/2012_09_11_pi_abgabemengenregister.html?nn=2080446, abgerufen am 26.2.2013)
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2012b): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2011, Braunschweig.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2012c): Widerrufene und ruhende Zulassungen,
http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/03_Widerrufe/psm_ZugelPSM_widerrufe_node.html, abgerufen am 18.12.2012
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2013): Bericht zur Lebensmittelsicherheit 2011 - Monitoring. Berlin.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (o.J. a): Nationale Berichterstattung Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln 2011;
http://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/09_PSMRueckstaende/01_nb_psm/nbpsm_2011_node.html, abgerufen am 12.3.2013
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (o.J.b): Jahresbericht zum Nationalen Rückstandskontrollplan (NRKP) 2011;
http://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/07_NRKP/01_berichte_nrkp/09_NRKP_ErgaenzendeDokumente_2011/nrkp_bericht_2011_node.html
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (o.J. c): Jahresbericht zum Einfuhrüberwachungsplan (EÜP) 2011, abgerufen am 11.3.2013

- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2008b): Pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft in Deutschland – Zweiter nationaler Bericht. Bonn.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2011): ELER in Deutschland – Programmübersicht und Finanzplanung, Bonn.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (o.J.): Auswertung der Indikativen Finanzplanung zur Förderung der ländlichen Entwicklung nach VO (EG) 1698/2005 (ELER-VO) für die Förderperiode 2007-2013
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, (o.J.): Die Grundwasservorkommen in Deutschland, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/grundwasser_deutschland.html, abgerufen am 30.12.2012
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2010): Genügend Raum für den Ausbau der erneuerbaren Energien?. BBSR-Berichte KOMPAKT 13/2020
- BMI (Hrsg., 1985): „Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung.“ Bundestags-Drucksache 10/2977 vom 07. März 1985.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014): Antworten auf häufig gestellte Fragen zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union und ihrer Umsetzung in Deutschland, http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/_Texte/GAP-FAQs.html#doc4121226bodyText3, abgerufen am 5.2.2014
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (o.J.a): Ausgewählte Daten und Fakten der Agrarwirtschaft 2012, <http://berichte.bmelv-statistik.de/DFB-0010000-2012.pdf>, abgerufen am 26.2.2013
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (o.J.b): Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen, <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJG-9201010-0000.pdf>, abgerufen am 16.1.2013
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (o.J.c): Entwicklung des Viehbestande in Deutschland, <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJG-9310010-0000.pdf>, abgerufen am 16.1.2013
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (o.J.d): Flächenbilanz von 1990 bis 2010 - in kg N/ha, <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=Düngemittel>, abgerufen am 31.10.2012
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen. Bonn.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2008a): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bonn.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2010): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz Grundsätze für die Durchführung, Bonn.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011a): Deutscher Außenhandel mit Agrar- und Ernährungsgütern 2012. Berlin.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011b): Agrarpolitischer Bericht 2011, Berlin.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012a): Deutscher Außenhandel 2011 – Daten und Fakten. Berlin.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012b): Ökologischer Landbau in Deutschland.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012c): Naturschutzflächen nach Typen, <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3071800-0000.pdf>, abgerufen am 7.11.2012

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012d): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-1000200-0000.pdf>, abgerufen am 23.1.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012e): Statistik und Berichte – Stallbilanz von 1990 bis 2010 in kg N/ha; <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 13.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013a): Strategien der Lebensmittelsicherheit. Berlin.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013b): Ergebnisse der Futtermittelüberwachung für das Jahr 2011, http://www.bmelv.de/cln_173/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/Futtermitteljahresueberwachung.html?nn=448244, abgerufen am 11.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013c): Landwirtschaftlich genutzte Flächen nach Kulturen, <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3070400-0000.pdf>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013d): Ländliche Wege, Gewässer und Bodenschutz nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG), <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013e): Naturschutz, Landschaftspflege, Bodenschutz sowie Landespflege nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG), <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013f): Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude, <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013g): Ländliche Wege, Gewässer und Bodenschutz nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) und Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG), <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013g): Getreideeinheiten und verdauliches Eiweiß des Futteraufkommens nach in- und ausländischer Herkunft, <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013f): Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Bodenordnung - Nach dem Flurbereinigungsgesetz

(FlurbG) und dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG) hergestellte oder beseitigte ländliche Wege, Gewässer und Bodenstruktur, <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139>, abgerufen am 23.3.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013h): Angepasstes Verhandlungsmandat des Rates für die Weiterentwicklung der GAP nach 2013 im Überblick (Stand: 27. Juni 2013), <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/EU-Agrarpolitik/GAP2013VerhandlungsmandatRat.html>, abgerufen am 9.8.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013i): Konzept zur nationalen Umsetzung der Beschlüsse zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ab 2015. http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/EU-Agrarpolitik/GAP2015-KonzeptUmsetzung.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 8.8.2013

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013j): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, Münster-Hiltrup, fortlaufende Jahrgänge

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft & Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Gute Qualität und sichere Erträge – Wie sichern wir die langfristige Nutzbarkeit unserer landwirtschaftlichen Böden? Berlin. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/konzept_020603.pdf, abgerufen am 31.10.2012

BMU (1988, Hrsg.): „Maßnahmen zum Bodenschutz.“ BT-Drucksache 11/1625.

BMU = Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (o.J.): Zweiter Bodenschutzbericht der Bundesregierung, <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/2bodenschutzbericht.pdf>, abgerufen am 8.11.2012

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007b): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Grundwasser in Deutschland, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010a): Das neue Bundesnaturschutzgesetz – Einheitlich und bürgernah, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010b): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010c): Wasserwirtschaft in Deutschland – Teil 2 Gewässergüte, Dessau-Roßlau

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010d): Wasserwirtschaft in Deutschland Teil 1 Grundlagen, S. 97, Dessau-Roßlau

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011a): Erneuerbare Energien – Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011b): Der Zustand der biologischen Vielfalt in Deutschland – Der Nationale Bericht zur FFH-Richtlinie (Kurzfassung), Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011c): Dioxin- und PCB-Einträge in Lebensmittel vermeiden – Ein Leitfaden für Geflügel-, Rinder-, Schafe- und Schweinehalter. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011d): Wasserwirtschaft in Deutschland – Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012a): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklungen. Berlin

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012b): Klärschlamm-Statistik, <http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/klaerschlam/>, abgerufen am 26.2.2013

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit & Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012): Nitratbericht 2012.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011): Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung. Berlin. S. 12 nach BMVBS (Hrsg.): Strategische Einbindung Regenerativer Energien in Regionale Energiekonzepte. Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung. BMVBS-Online-Publikation 22/2011

Bundesregierung (Hrsg., 2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine Nachhaltige Entwicklung.

Bundeszentrale für politische Bildung (2010): Transport- und Kommunikationskosten. <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52499/transport-und-kommunikation>, abgerufen am 26.2.2013

Bund ökologischer Lebensmittelwirtschaft (BÖLW) (2012): Zahlen, Daten, Fakten – Die Bio-Branche 2012. Berlin.

Burdick, B. & Lange, U. (2003): Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei Subventionen – Sektorstudie Agrarwirtschaft. Hrsg. Umweltbundesamt. Berlin

Carson, R. (1962): Silent Spring. – Boston (USA): Houghton Mifflin. Deutsche Ausgabe. (1968): Der Stumme Frühling. – München: Beck.

Chemielewski, F.-M. (2011): Wasserbedarf in der Landwirtschaft. In: Lozan J.L. et al. (Hrsg.): Warnsignal Klima. Genuß Wasser für alle? Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, S.149-156, http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/warnsignalklima/Warnsignal_Klima_Wasser_Kap2_2.3_Chmielowski.pdf, abgerufen am 27.2.2013

Cooper, T. et al. (2009): Provision of public goods through agriculture in the European Union, Report prepared for DG agriculture and rural development, Institute for European Policy. London.

- Coumou, D. & Rahmstorf, S. (2012): A decade of weather extremes. In: Nature Climate Change 2, S. 491–496 (2012)
- Czybulka, D. (2006): Freiraum – Versuch einer rechtlich-normativen Beschreibung. In: Baier, H., et al. (Hrsg.), Freiraum und Naturschutz. Die Wirkungen von Störungen und Zerschneidungen in der Landschaft, S. 373-385. Berlin/Heidelberg.
- Dämmgen, U. (Hrsg.) (2006): Nationaler Emissionsbericht 2006: Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft. Braunschweig.
- Dämmgen, U. (Hrsg.) (2009): Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht 2009 für 2007. Die Deutsche Landwirtschaft – Leistungen in Daten und Fakten (2010); Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt.
- Dämmgen, U. et al. (2010a): An improved data base for the assessment of energy requirements, nitrogen and VS excretions of dairy cows in the German emission model GAS-EM as well as ammonia emission factors. vTI Agricultural and Forestry Research
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.) (2012): Ernährungsbericht 2012. Bonn.
- Deimer, C. (2005): Honorierungsansätze für Umweltleistungen in der Landwirtschaft – Genese, Trends und Bewertung. Halle.
- Deutsches Maiskomitee e.V. 2012: Anbaufläche Silomais;
http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufläche_Silomais, abgerufen am 29.10.2012
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (o.J.): Klimastatusbericht 2011, Offenbach.,
http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU22/klimastatusbericht/einzelne__berichte/download__ksb2011,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/download_ksb2011.pdf
- Die Zeit vom 21.2.2013: Die größten Lebensmittelskandale, S. 37
- Dienemann, C. & Utermann, J. (2012): Uran in Boden und Wasser. Dessau-Roßlau.
- Dierschke H. & Briemle, G. (2002): Kulturgrasland – Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren, Stuttgart.
- Döhler, H. et al. (2002): BMELV/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2020. Berlin.
- Döhler, H. et al. (2011): Abdeckung von Güllelagerbehältern - Stand der Technik, Vortrag Tagung Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2011
- Döhler, H. et al. (2002): BMELV/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Texte 05/02. Berlin
- DRL = Deutscher Rat für Landespflege (1996): Bodenschutz. Schriftenreihe des DRL Heft 51. Bonn
- DRL = Deutscher Rat für Landespflege (2000): Honorierungen von Leistungen der Landwirtschaft für Naturschutz und Landschaftspflege. Schriftenreihe des DRL Heft 71. Bonn.
- DRL = Deutscher Rat für Landespflege (2003): Naturschutz in Deutschland – eine Erfolgsstory? Schriftenreihe des DRL Heft 75. Bonn.
- DRL = Deutscher Rat für Landespflege (2006): Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. Schriftenreihe des DRL Heft 79. Bonn.

- DRL = Deutscher Rat für Landespflege (2009): Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. Schriftenreihe des DRL Heft 82. Bonn
- Drösler, M. et al. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung 04/2011. Braunschweig.
- Drösler, M. & Freibauer, A. (2012): Moorschutz und Ökosystemleistungen, Präsentation, http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung/Moorschutz/Vortraege/Droesler_Freibauer.pdf, abgerufen am 8.11.2012
- Düwel, O. et al. (2007): Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands - Bericht über länderübergreifende Auswertungen von Punktinformationen im FISBo BGR, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Schriften/Downloads/Humusgehalte_Bericht.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 11.10.2013
- European Environment Agency (EEA) (1999): Environment in the European Union at the turn of the century, Luxembourg.
- Ekardt, F. (2012): Das Energiepaket 2011 im Rahmen der Klimapolitik – eine klima-, naturschutz- und landnutzungsbezogene Erfolgsgeschichte? In: Natur und Landschaft 12/2012. S. 526-530
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2009): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart.
- Erhard, M. et al. (2002): Bundesweite Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Agrarstatistikdaten und aktuellen Daten der Bodennutzung. Umweltbundesamt (Hrsg.) Berlin.
- European Climate Change Programme (ECCP) (2004): Working Group Sinks Related to Agricultural Soils. Final Report., http://technologies.ew.eea.europa.eu/technologies/pollut_mngt/airtech/finalreport_agricsoils.pdf, abgerufen am 28.1.2013
- Europäische Kommission (o.J.): Landwirtschaft und Versauerung, http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/acid_de/report.htm, abgerufen am 25.2.2013
- Europäische Kommission (2012a): Antibiotic contamination of soils mapped across Europe, <http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/279na4.pdf>, abgerufen am 2.11.2012
- Europäische Kommission (2012b): Vorschlag für einen Beschluss des europäischen Parlaments und des Rates über in allgemeines Umweltaktionsprogramm der EU für die Zeit bis 2020, „Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten“. Brüssel.
- Europäische Kommission (2013a): Politische Einigung über eine Neuausrichtung der Gemeinsamen Agrarpolitik, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-613_de.htm, abgerufen am 5.8.2013
- Europäische Kommission (2013b): GAP-Reform – Erläuterung der wichtigsten Aspekte. Brüssel.
- Europäische Union (2010): Einheitliche Europäische Rechtsakte, http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/treaties_singleact_de.htm, abgerufen am 26.2.2013
- Europäische Gemeinschaft (2007): EU-Politik für eine nachhaltige Nutzung von Pestiziden – Hintergrund der Strategie. Luxemburg.

- Europäischer Rechnungshof (2000): *Sonderbericht Nr. 14/2000 über Die Ökologisierung Der GAP, Zusammen Mit Den Antworten Der Kommission*. Luxemburg : Amt für Amtliche Veröff. der Europ. Gemeinschaften, 2000.
- Evans, L.T. (Hrsg.) (1993) Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press. 512.
- Fachhochschule Münster (2012): Verringerung von Lebensmittelabfällen – Identifikation von Ursachen und Handlungsoptionen in Nordrhein-Westfalen.
- Fachverband Biogas e.V. (2012): Branchenzahlen 2011 und Branchenentwicklung 2012/2013
- Fangmeier, A. & Franzaring, J. (2006): Klimaänderungen und die Folgen für die Landwirtschaft. In: Hütter, C.P. & Link, F.-G. (Hrsg.): Warnsignal Klimawandel, Wird Wasser knapper? Stuttgart. Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 42, S. 86-99.
- FAO (2012): FAO Food Price Index, <http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en/>, abgerufen am 9.1.2012
- Farnham T.J. (2007): Saving Nature's Legacy – Origins of the Idea of Biological Diversity. Yale.
- Faßbender, H. et al. 2005: Landpachtrecht, Münster
- Fehrenbach, H. & Knappe, F. (2007): Ökobilanzielle Bewertung von Klärschlammverwertungsverfahren. Vortrag gehalten beim Fachgespräch Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen. 29.1.2007, Bonn.
- Flachosky, G. und Lebzien, P. (2005): Weniger Spurengase durch gezielte Ernährung der Nutztiere. In: Forschungsreport 1/2005, S. 7-9
- Flessa, H. et al. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Landbauforschung Sonderheft 361. Braunschweig.
- Finck, A. (2007): Pflanzenernährung und Düngung in Stichworten. Stuttgart.
- FNR (2005): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung, Gülzow 1.
- FNR (2011): Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe, <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbaufläche-für-nachwachsende-rohstoffe-2012-grafik.html>, abgerufen am 23.3.2013
- ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (2010): Energiekonzept 2050. Berlin.
- Forstner, B. et al. (2012): Analyse der Vorschläge der EU-Kommission vom 12. Oktober 2011 zur künftigen Gestaltung der Direktzahlungen im Rahmen der GAP nach 2013. Braunschweig.
- Freibauer, A. et al. (2011): Treibhausgasemissionen der Tierhaltung. In: KTBL-Schrift, Band 491, S. 113-121.
- Freibauer, A. et al. (2009): Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. In: Natur und Landschaft 84. Jahrgang (2009) – Heft 1: 20-25.
- Fritsche, U. et al. (2010): Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel. Hrsg. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Fritsche, U.R. & Wiegmann, K. (2008): Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergie-Konversionspfaden. Darmstadt.

- Frohn, H.-W. 2006: Naturschutz macht Staat – Staat macht Naturschutz. Von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen bis zum Bundesamt für Naturschutz 1906-2006 – eine Institutionengeschichte. – In: Frohn, H.-W., & F. Schmoll (Bearb.): Natur und Staat. Staatlicher Naturschutz in Deutschland 1906-2006. – Naturschutz u. Biologische Vielfalt, Heft 35. 736 S.
- Fuchs, J.G. & Schleiss, K. (2009): Auswirkungen von Komposten und von Gärgut auf die Umwelt, Bodenfruchtbarkeit, sowie die Pflanzengesundheit: Ökologische Bewertung der organischen Substanz. Bern.
- Fuchs, D. & Hänel, K. (2010): Länderübergreifender Biotopverbund in Deutschland – Grundlagen und Fachkonzept, Vortrag gehalten auf dem Dialogforum Biotopverbund in Bonn am 3.11.2010.
- Fuchs, M. (2011): Fest oder flüssig – wie dem Schwefelmangel am besten begegnen? Vortrag gehalten auf der SKW Fachtagung Düngung 2011.
- Fuchs, S. et al. (2010): Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS. Dessau-Roßlau.
- Ganzert, C. et al. (2009): Umwelt- und Naturschutzwirkungen der GAP-Reform 2003 – ein Zwischenfazit aus Sicht der Landwirtschaft. BfN-Skript, Bonn.
- Gauger, T. et al. (o.J.): Kartierung der Gesamtdeposition im Forschungsprojekt: Kartierung ökosystembezogener Langzeittrends atmosphärischer Stoffeinträge und Luftschadstoffkonzentrationen in Deutschland und deren Vergleich mit Critical Loads und Critical Levels, <http://www.umweltdaten.de/luft/ws060207.pdf>, abgerufen am 6.11.2012
- Gauger, T. et al. (2000): Kritische Luftschadstoff-Konzentration und Eintragsraten sowie ihre Überschreitung für Wald und Agrarökosysteme sowie natur- nahe waldfreie Ökosysteme - Teil 1: Deposition Loads 1987-1989 und 1993-1995. Stuttgart.
- Geiger, F. et al. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. In: Basic and Applied Ecology; S. 97-105; <http://www.ucc.ie/staff/memmers/pdfs/Geiger.etal.Basic.Applied.Ecol.2010.pdf>, abgerufen am 20.10.2012
- Gerhards, I. (2003): Die Bedeutung der landschaftlichen Eigenart für die Landschaftsbildbewertung. Freiburg.
- Goebel, M. (2008/2009): Projektarbeit zum Thema Einfluss der Biodiversität auf die Ertragsbildung des Grünlandes' / 'The influence of species richness on the productivity of grassland' an der Universität Kassel; http://www.uni-kassel.de/hrz/db4/extern/E_Learning_Label/Witzenhausen/useiten/fgebiete/boupfl/gruenlw/projekte/gruenland/useiten/gruenl/mainfrt2.html, abgerufen am 26.2.2013
- Goedecke, M. (2008): Klimawandel und Landwirtschaft. Eine umweltökonomische Analyse. Hamburg.
- Grajewski, R. (Hrsg.) (2011): Ländliche Entwicklungspolitik ab 2014 – Eine Bewertung der Verordnungsvorschläge der Europäischen vom Oktober 2011. Arbeitsberichte aus der VTI-Agrarökonomie 8/2011.
- Grunewald, K., & Bastian, O. (Hrsg., 2013): Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Berlin/Heidelberg, Springer Spektrum.

- Gurrath, P. (2011): Landwirtschaft auf einen Blick. Statistisches Bundesamt (Hrsg.)
- Gustavsson, J. et al. (2011): Global Food Losses and Food Waste - Extent, causes and Prevention. FAO, Rome.
- Günther, T. (2004): Langzeitverhalten hydrometeorologischer Größen KLIWA-Berichte, Heft 4, München S. 37-56
- Haas, G. (2003): Nitrat im Grundwasser: Der Streit um die Ursachen. Lebendige Erde 5/03, 58- 61; <http://orgprints.org/2218/1/2218-haas-2003-LE-Nitrat.pdf>, abgerufen am 22.3.2013
- Haber, W. (1971): Landschaftspflege durch differenzierte Bodennutzung. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 48 (Sonderheft 1). S. 19-35
- Haber, W. (1985): Rahmenbedingungen der Landwirtschaft aus Sicht der Umwelterhaltung. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 62. Jahrgang. S. 15-23
- Haber, W. (1981): Ökologische Aspekte der Landnutzung. In: agrarspectrum 2 (Landschaftspflege durch Landbewirtschaftung. S. 40-60
- Haber, W., Salzwedel, J., 1992: Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sachbuch Ökologie. Stuttgart: Metzler-Poeschel. 176 S., 29 Abb., 13 Tab.
- Haber, W. (2007): Zur Problematik europäischer Naturschutz-Richtlinien. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 72, S. 95-110.
- Haber, W. (2008): Welchen Naturschutz wollen wir? In: Deutscher Naturschutzring e.V. (Hrsg.), Symposium „Welchen Naturschutz wollen wir?“. Von der Zukunftsfähigkeit verschiedener Naturschutzstrategien. S. 10-23.
- Haber, W. (2009a): Natur vor den Menschen oder Natur für die Menschen schützen? In: Frohn, H.-W., et al. (Bearb.), „Wenn sich alle in der Natur erholen, wo erholt sich dann die Natur?“ Naturschutz und Biologische Vielfalt 75, S. 265-292.
- Haber, W. (2009b): Biologische Vielfalt zwischen Mythos und Wirklichkeit. In: Denkanstöße, Hrsg, Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, Mainz, Heft 7 („Biodiversität“), S. 16-35.
- Haber, W. (2009c): Naturschutz in der Landwirtschaft. In: Koch, H.-J., Hey, C. (Hrsg.), Zwischen Wissenschaft und Politik – 35 Jahre Gutachten des Sachverständigenrats für Umweltfragen, S. 141-149. Berlin.
- Haber, W. (2014): Landwirtschaft und Naturschutz. 298 S, 40 Abb., 6 Tabellen., Weinheim, Verlag Wiley-VCH
- Haber, W. & Bückmann, W. (2013) Nachhaltigs Landmanagement und differenzierte Landnutzung. Fagus-Schriften der TU Berlin, Band 16.
- Häberli, W. & Maisch, M. (2007): Klimawandel im Hochgebirge. In: Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.): Der Klimawandel. S. 98-107
- Hachmann, R. et al. (2010): Planzeichen für die Landschaftsplanung – Untersuchung der Systematik und Darstellungsgrundlagen von Planzeichen, BfN-Skripten 266, Bonn.
- Hafner, G. et al. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland – Kurzfassung. Stuttgart.
- Hampicke, U. (2002): Landschaftsökologie und Naturschutz. Ergebnisse von fünf Jahren Lehre und Forschung an der Universität Greifswald. Berlin.

- Hampicke, U. (2013): Kulturlandschaft und Naturschutz. Probleme – Konzepte – Ökonomie. 337 S., 72 Abb., 54 Tabellen, 30 Übersichten. Wiesbaden, Verlag Springer Spektrum.
- Hantel, M. et al. (1987): Climate definition. Berlin.
- Hart, J.D. et al. (2006): The relationship between yellowhammer breeding performance, arthropod abundance and insecticide applications on arable farmland. In: Journal of Applied Ecology 43/2006. Nr. 1 S. 81-91
- Hasund, K.P. (2008): Indicators and policy measures for cultural landscapes and biodiversity. Vortrag gehalten im Rahmen des Workshops „Beyond 2013 – Further Development of the Common Agriculture Policy of the EU am 3./4. Juni 2008 in Bonn.
- Heiland, S. et al. (2006): Beitrag naturschutzpolitischer Instrumente zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme, Bonn, BfN-Skripten 176.
- Heinrich, B. et al. (2013): Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik: Wird alles grüner und gerechter?. In: Gaia 22/1 (2013): 20-24
- Heintz, A. (1996): Chemie und Umwelt: Ein Studienbuch für Chemiker, Braunschweig, Wiesbaden, S. 67; Umweltbundesamt 2009: Feinstaubbelastung in Deutschland, Dessau-Roßlau.
- Heißenhuber, A. et al. (2004): Visualisierung und Bewertung ausgewählter Landnutzungsentwicklungen - Visualization and assessment of selected land-use developments. In: Natur und Landschaft, 79. Jahrg., Nr. 4, April 2004, S. 159-166.
- Heißenhuber, A. et al. (2010): Endbericht zum Forschungsauftrag – Visualisierung von Landschaftsbildern. Freising.
- Heißenhuber, A. et al. (2012): Agrarpolitik von Eisenmann bis heute. In: Hans-Seidel-Stiftung e.V. (Hrsg.): Agrarpolitik als Gesellschaftspolitik. Politische Studien 446. München. S. 17-25.
- Heißenhuber, A. et al. (2013): Wer bezahlt die Zeche?. In: top agrar 4/2013
- Herden, C. et al. (2009): Naturschutzfachliche Bewertung von Freilandphotovoltaikanlagen. BfN-Skripten 247. Bonn.
- Herden, C. et al. (2012): Regionale Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf Natur und Landschaft. In: Natur und Landschaft 12/2012. S. 531-537.
- Hirschfeld, J. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft, Berlin.
- Hofmeister H. & Garve E. (1998): Lebensraum Acker. Berlin.
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. Telma 35, 85-116.
- Hötter H. (2004): Vögel in der Agrarlandschaft. Bestand, Gefährdung, Schutz. Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) (Hrsg.). Meckenheim.
- Hötter, H. et al. (2005): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. Bonn. BfN-Skripten 142.
- Hülsbergen, K.-J. & Küstermann, B. (2007): Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz. In: Wiesinger, K. (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Tagungsband. Freising-Weihenstephan. S. 9-22.
- Hülsbergen, K.-J. (2008): Kohlenstoffspeicherung in Böden durch Humusaufbau. In: Klimawandel und Ökolandbau. KTBL- Schrift 472, 65 – 80, KTBL, Darmstadt.

Hupfer, P. (1991): Das Klimasystem der Erde. Berlin.

Immler, T. & Blaschke, M. (2007): Forstschädlinge profitieren vom Klimawandel. In: LWF aktuell 60/2007. S. 24-26.

Industrieverband Agrar e.V.; Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittel;
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Statistisches
Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland,
fortlaufende Jahrgänge

Innovationsreport (2011): Gülle, Gülle... Einsatz von Wirtschaftsdünger statistisch erfasst,
http://www.innovations-report.de/html/berichte/agrar_forstwissenschaften/guelle_guelle_einsatz_wirtschaftsduenger_statistisch_181595.html, abgerufen am 30.10.2012

IPCC (1996): Climate Change 1995 – The Science of Climate Change. Houghton J.T. et al. (Hrsg.), Cambridge.

IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, abgerufen am 17.12.2012

Isensee, E. & Schwark, A. (2006): Langzeitwirkung von Bodenschonung und Bodenverdichtung auf Ackerböden. In: Berichte über Landwirtschaft Bd. 84/2006. S. 17-48.

Jax, K. (2010): Ecosystem Functioning. Cambridge Univ. Press, New York.

Jering, A. et al. (2003): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr – Materialband, Berlin.

Jering, A. et al. (2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. Hrsg. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Jessel, B. (2011): Ökosystemdienstleistungen. Potenziale und Grenzen eines aktuellen umweltpolitischen Konzepts. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 58, Band 3, S. 72-87.

Jessel, B. & Moorfeld, M. (2012): Zukünftiger Ausbau erneuerbarer Energien, der Netze und Speicher – Aufgaben und Handlungserfordernisse aus Naturschutzsicht. In: Natur und Landschaft 12/2012. S. 548-552

Jonas, M. et al. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland. Frankfurt a.M.

Julius-Kühn-Institut (o.J.): Institut für Biologischen Pflanzenschutz,
<http://www.jki.bund.de/de/startseite/institute/biologischer-pflanzenschutz.html>, abgerufen am 20.2.2013

KBU = Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt (2008): „Flächenverbrauch einschränken – jetzt handeln.“

KfÖ = Kommission für Ökologie der Bayer. Akademie der Wissenschaften (1990): Welche Natur wollen wir schützen? Rundgespräche der KfÖ Band 1. München.

- KfÖ = Kommission für Ökologie der Bayer. Akademie der Wissenschaften (2006): Gräser und Grasland: Biologie – Nutzung – Entwicklung. Rundgespräche der KfÖ Band 31. München.
- KfÖ = Kommission für Ökologie der Bayer. Akademie der Wissenschaften (2007): Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung. Rundgespräche der KfÖ Band 33. München.
- KfÖ = Kommission für Ökologie der Bayer. Akademie der Wissenschaften (2009): Humus in Böden: Garant der Fruchtbarkeit, Substrat für Mikroorganismen, Speicher von Kohlenstoff. Rundgespräche der KfÖ Band 35. München
- Klare, K. et al. (2005): Untersuchung über Nutzen und Wirkungen der Flurbereinigung in Niedersachsen, Braunschweig, FAL Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie.
- Kleijn, D. et al. (2006): Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters* 9/3. S. 243-254
- Kluser, S. & Peduzzi, P. (2007): Global Pollinator Decline: A Literature Review. UNEP/GRID-Europe. http://www.grid.unep.ch/products/3_Reports/Global_pollinator_decline_literature_review_2007.pdf, abgerufen am 21.11.2012
- Knappe, F. et al. (2008): Vergleichende Auswertung von Stoffeinträgen in Böden über verschiedene Eintragspfade, Hrsg. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2008): Bodenschutz beim Anbau nachwachsender Rohstoffe, Hrsg. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2012): Positionspapier der Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt Uran-Einträge in landwirtschaftliche Böden durch Düngemittel, http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/kbu/pdf-Dokumente/positionspapier_kbu_uraneintraege_in_landwirtschaftliche_boeden_durch_duenge_mittel.pdf, abgerufen am 31.10.2012
- Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (2011): Für eine ökologisierte erste und eine effiziente zweite Säule. Dessau-Roßlau.
- Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (2011): Mehr Grün in die Gemeinsame Agrarpolitik – Einstieg geschafft, aber noch zahlreiche Schwachpunkte.. Dessau-Roßlau.
- Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (2013): Biogaserzeugung und -nutzung: Ökologische Leitplanken für die Zukunft. Dessau-Roßlau.
- Kögel-Knabner, I. (2002). Organische Substanz. In F. Scheffer, & P. Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde (S. 51-82). Berlin - Heidelberg.
- Köhler, B. & Preiß, A. (2000): Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes. Hildesheim.
- Körner, C. (2006): Significance of temperature in plant life. In: Morison, J.I.L., Morecroft, M.D. (Hrsg.) *Plant Growth and Climate Change*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 48-69.
- Kuhn, G. (2007): Auswirkungen und Strategien für Landwirtschaft und Umwelt – aus Sicht der Vegetationskunde. In: Klimaänderungen und Landwirtschaft – Bestandsaufnahme und Strategien für Bayern. Hrsg. LfL. S. 87-92

- Kutzbach, H. D. (2004): Mähdrescher. Jahrbuch Agrartechnik des VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, S. 129–146. In: Isensee, E. & Schwark, A. 2006: Langzeitwirkung von Bodenschonung und Bodenverdichtung auf Ackerböden. In: Berichte über Landwirtschaft Bd. 84/2006. S. 17-48
- KTBL (2005): Landwirtschaftliche Wege, Darmstadt.
- KTBL (2008): Klimawandel und Ökolandbau.
- Lal, R. (2004): Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma.
- Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2012): Ökopunkte Landschaftselemente: Beantragung im MFA 2012.
- Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (o.J.a): Relevante Luftschadstoffe – Ozon, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20249/>, abgerufen am 6.11.2012
- Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (o.J.b): Relevante Luftschadstoffe – Tendenzen der Ozonbelastung, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18809/>, abgerufen am 6.11.2012
- Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (o.J. c): Zusammensetzung der Luft, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18340/>, abgerufen am 5.11.2012
- Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (o.J. d): Relevante Luftschadstoffe – Benzo(a)pyren <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/71624/>, abgerufen am 7.11.2012
- Lakner, S. et al. (2012): Der Kommissionsvorschlag zur GAP-Reform 2013 – aus Sicht von Göttinger und Witzenhäuser Agrarwissenschaftler(inne)n. Göttingen.
- Lebert, M. (2004): Entwicklung eines Prüfkonzepthes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden. Umweltbundesamt (Hrsg.) FKZ 370771202.
- Lefebvre, M. et al. (2012): The influence of the Common Agricultural Policy on agricultural landscapes, Sevilla.
- Levin, G. (2006): Farm Size and landscape composition in relation to landscape changes in Denmark. In: Danish Journal of Geography 106(2). S. 45-59.
- Lütke, N. & Schneider, M. (2003): Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Systeme der Bodennutzung durch Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Bodenschutz und landwirtschaftliche Bodennutzung – Umweltwirkungen am Beispiel der konservierenden Bodenbearbeitung. Berlin. S. 7-35
- Mäder, P. et al. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science Vol. 296, Issue 5573.
- Mannsfeld, D., & Grunewald, K. (2013): Ökosystemdienstleistungen (ÖSD) in der Retrospektive. In: Grunewald, K., & Bastian, O. (Hrsg.), Ökosystemdienstleistungen, S. 20-26. Berlin/Heidelberg.
- Matzdorf, B. (2011): Potentiale der ersten und zweiten Säule der GAP für die Umsetzung von Umweltmaßnahmen. Vortrag gehalten auf dem Internationalen Expertenworkshop

„Perspektiven für die Biodiversität in der europäischen Agrarlandschaft ab 2014, am 28.-29.11.2011 in Ladenburg.

McCracken, D. (2011): Greening of the CAP beneficial for biodiversity?:

http://www.sruc.ac.uk/info/120159/hot_topics/30/greening_of_the_cap_beneficial_for_biodiversity In: Plieninger, T. et al. 2012: Mainstreaming ecosystem services through reformed European agricultural policies. In: Conservation Letters, Volume 5, Issue 4, p. 281–288.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005): Ecosystem and Human Well-Being. Synthesis, Washington.

Michel, B. et al. (2011): Klima-Hotspot Moorböden. In: Forschungsreport 2/2011. S. 9-13

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2010): Bodenverdichtungen vermeiden, Bodenfruchtbarkeit erhalten und wiederherstellen, Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (o.J.): Die Wirkung von Ozon, <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/luftqualitaet/ozon/wirkung.php>, abgerufen am 26.2.2013

Möckel, S. (2011): Umweltabgaben auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Vortrag gehalten am 18.2.2011 in Leipzig.

Möller, D. (2003): Luft: Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Cottbus

Muljar, R. et al. (2010): The effect of field size on the number of bumble bees. In: Agronomy Research 8 (Special Issue II). 357-360

NABU (2012): Naturschutzverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen – ein Mehrwert für Biodiversität und Landwirtschaft?).

Nagel, H.-D. et al. (2004): Critical Loads für Säure und eutrophierenden Stickstoff. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Förderkennzeichen 200 85 212. Strausberg.

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2012): Bioenergie – Möglichkeiten und Grenzen, Halle (Saale).

Naumann, S. et al. (2010): Ziele und Anforderungen zur Senkung von Treibhausgasemissionen. NABU (Hrsg.). Berlin.

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit o.J.: Nitratgehalte in Lebensmitteln. http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20053&article_id=74011&psmand=23#t4, abgerufen am 11.3.2013

Nitsch, J. & Wenzel, B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Leitszenario 2009. BMU, Berlin.

Nitsch, H. et al. (2008): Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässer-nutzung beim Anbau von Energiepflanzen, Braunschweig.

Nitsch, H. et al. (2009): Landwirtschaftliche Flächennutzung im Wandel – Folgen für Natur und Landschaft Hrsg. NABU, Berlin.

- Nitsch, H. & Osterburg, B. (2009): Grünland – Bestandsaufnahme und Handlungsoption, Erkenntnisse aus dem InVeKoS-Projekt, Vortrag gehalten am 28.4.2009 im Rahmen der Tagung des BfN, Naturschutz und Landwirtschaft im Dialog “Grünland im Umbruch”, Vilm.
- Nitsch, H. et al. (2010): Wer schützt das Grünland? – Analysen zur Dynamik des Dauergrünlands und entsprechender Schutzmechanismen, Vortrag anlässlich der 50. Jahrestagung der GEWISOLA „Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Politikanalyse“, Braunschweig, 29.09. – 01.10.2010
- Nohl, W. (o.J.): Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/landschaftsbildbewertung_pdf.pdf, abgerufen am 18.2.2013
- Olzem, B. (2008): Potenziale der Biogasgewinnung aus landwirtschaftlichen Reststoffen und deren Beitrag zum Klimaschutz; Vortrag gehalten am 19.11.2008 in Berlin
- Offermann, F. et al. (2012): vTI-Baseline 2011-2021: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig.
- Oppermann, R. et al. (Hrsg., 2012a): HNV Farming in Europe. Ubstadt-Weiher, Verlag Regionalkultur.
- Oppermann, R. et al. (2012b): Gemeinsame Agrarpolitik ab 2014: Perspektiven für mehr Biodiversitäts- und Umweltleistungen der Landwirtschaft? Mannheim.
- Oppermann, R. et al. (2003): Flurbereinigung und Naturschutz – Situation und Handlungsempfehlungen, Hrsg. NABU. Bonn.
- Oppermann, R. et al. (2008): Die Bedeutung der obligatorischen Flächenstilllegung für die biologische Vielfalt. Berlin.
- Osterburg, B. (2002): Rechnerische Abschätzung der Wirkungen möglicher politischer Maßnahmen auf die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2010.
- Osterburg, B. (2005): Assessing long-term impacts of agri-environmental measures in Germany. In: OECD (Hrsg.) Evaluating agri-environmental policies. Design, practice and results. Paris. S. 187-205
- Osterburg B, et al. (2007): Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft. Landbauforschung Völkenrode.
- Osterburg, B. et al. (2009): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors
- Osterburg, B. (2009): Strategien und Maßnahmen zur Senkung von diffusen N-Einträgen. Vortrag gehalten auf dem UBA-Dialogforum „Nachhaltige Landnutzung, Stoffflüsse und Biodiversität“ am 20. Juni 2009 in Dessau.
- Osterburg, B. (2010): Optionen des Klimaschutzes im Bereich der Landwirtschaft und ihre Konsequenzen für den Naturschutz. In: Eppe, C et al. (Hrsg.): Biologische Vielfalt und Klimawandel, BfN-Skripten 274, S. 50-51.
- Osterburg, B. & Runge, T. (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Braunschweig.

- Patel, K.K. (2009): Europäisierung wider Willen. Die Bundesrepublik Deutschland in der Agrarintegration der EWG 1955-1973. – Oldenbourg, München.
- Peters, W. et al. (2008): Naturschutzfachliche Anforderungen an den Energiepflanzenanbau.
- Plachter, H. (1997): Naturschutz im Abseits? Biologie in unserer Zeit 27, S. 306-316.
- Plieninger, T. et al. (2012): Mainstreaming ecosystem services through reformed European agricultural policies. In: Conservation Letters, Volume 5, Issue 4, p. 281–288
- Poetsch, J. (2007): Pflanzenbauliche Untersuchungen zum ökologischen Anbau von Körnerleguminosen an sommertrockenen Standorten Südwestdeutschlands, Hohenheim.
- Pöschl, H. & Zepunkte, H. (2004): Landwirtschaftliche Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe in Deutschland 1991 bis 2003, Statistisches Bundesamt Wirtschaft und Statistik 11/2004
- Pöschl, H. (2011): Pressekonferenz „Wer produziert unsere Nahrungsmittel? Aktuelle Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2012, Berlin. S. 13
- Quotenbörsendaten des BMELV (2002 bis 2012), nach Lassen, TI (2012),
http://www.milchtrends.de/fileadmin/dam_uploads/Projektordner/1%20Milchproduktion/1.6%20Milchquote/Milchquotenwanderung_2002_bis_2012.pdf, abgerufen am 12.1.2013
- Rahmann, G. & van Elsen, T. (Hrsg.) (2004): Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus. Vortrag gehalten auf der Fachtagung "Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus", Witzenhausen, 16.10.2003 - 17.10.2003.
- Rahmann, G. & Piper, W. (2007): Entwicklung der Laufkäferpopulation Carabidae nach fünf Jahren Umstellung eines Großbetriebes auf den Ökologischen Landbau in Norddeutschland. Poster at: Zwischen Tradition und Globalisierung - 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland, 20.-23.03.2007
- Rahmstorf, S. & Schnellhuber, H.-J. (2012): Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie. München.
- Rapp, J., Schönwiese, C.-D. (1996): Atlas der Niederschlag- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990. Frankfurter Geowiss. Arb., Serie B, Band 5, Univ. Frankfurt/Main, 255 S.
- Rapp, J. (2001): Regionale Klimatrends im 20. Jahrhundert. In: Klimastatusbericht 2001 des DWD. S. 175-184
- Rat für Nachhaltigkeit (2011): Antibiotika in der Tierhaltung: Bundesrat will Gesetz verschärfen;
<http://www.nachhaltigkeitsrat.de/news-nachhaltigkeit/2012/2012-11-08/antibiotika-in-der-tierhaltung-bundesrat-will-gesetz-verschaerfen/>, abgerufen am 26.2.2013
- Ratzbor, G. (2011): Windenergieanlagen und Landschaftsbild
<http://www.dnr.de/downloads/thesenpapier-landschaftsbild.pdf>, abgerufen am 16.2.2013
- Regierung der Bundesrepublik Deutschland (2012): Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland vom 4. Juli 2012, 5. Bericht gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen.
- Reichert, T. & Reichardt, M. (2011): Saumagen und Regenwald – Klima- und Umweltwirkungen deutscher Agrarrohstoffimporte am Beispiel Sojaschrot: Ansatzpunkte für eine zukunftsfähige Gestaltung. Hrsg. Forum Umwelt & Entwicklung. Berlin.

- Reidsma, P. et al. (2006): Impacts of land-use change on biodiversity: An Assessment of agricultural biodiversity in the European Union. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 114 (2006): 86-102.
- Reinhardt, G. & Scheurlen, K. (2004): Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien. Heidelberg.
- Rettenmaier, N. (2011): Umweltwirkungen der Erzeugung und Nutzung von Strom aus Biomasse. Vortrag gehalten auf der BMELV-Konferenz „Anspruch der Bioenergie an die EEG-Novellierung“ am 17. 2. 2011 in Berlin.
- Rode, M. et al. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. Bonn. BfN-Skripten 136.
- Roßberg, D. et al. (2002): Neptun 2000 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.). http://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Indikatoren/NEPTUN_2000_Ackerbau.pdf, abgerufen am 26.2.2013
- Rdoriguez, C. & Wiegand, K. (2009): Evaluating the trade-off between machinery efficiency and loss of biodiversity-friendly habitats in arable landscapes: The role of field size. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 129(2009). 361-366.
- Ring, H. et al. (1991): Einzelbetriebliche Konsequenzen von Schutzgebieten. In: Grundwasserschutz und Landbewirtschaftung – Wasserwirtschaftliche, pflanzenbauliche und ökonomische Aspekte. Hrsg. Heißenhuber, A. & Ring, H. Stuttgart.
- Rockström et al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. IN: [Ecology & Society](#). 2009, Vol. 14 Issue 2, p1-33. 33p. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2008): Schwermetalle in Düngemitteln, Dresden.
- Sauer, D. et al. (2007): Podzol development with time in sandy beach deposits in southern Norway. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science. In: Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2007): Bodenschutz beim Anbau nachwachsender Rohstoffe, Hrsg. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Sattelberger, R. et al. (2005): Veterinärantibiotika in Wirtschaftsdünger und Boden. Wien.
- Schaffnit-Chatterjee, C. (2011): Minderung des Klimawandels durch Landwirtschaft - Ein ungenutztes Potenzial. In: Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 529, http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000279645.PDF; abgerufen am 28.1.2013
- Schaller, M. & Weigel, H.-J. (2007): Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 316, Braunschweig.
- Schlegel, S. et al. (2005): Bodenschutz und nachwachsende Rohstoffe. Berlin.
- Schmid, H. & Hülsbergen, K.J. (2010): Ergänzung/Überprüfung der fruchtartenspezifischen Richtwerte für die Veränderung der Humusvorräte für Energiepflanzen incl. Mais. In: VDLUFA (Hrsg.): Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Humusbilanzierung landwirtschaftlicher Böden – Einflussfaktoren und deren Auswirkungen“, <http://download.ble.de/08HS016.pdf>, abgerufen am 28.1.2012

- Schönwiese, C.-D. (2010): Der globale Klimawandel und seine Auswirkungen auf Deutschland, In: Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule 2/59. Jg. 2010 S. 6-15.
- Schönwiese, C.-D. & Janoschitz R. (2008): Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000, Frankfurt a.M.
- Schramek, J. et al. (2002): Weiterentwicklung von nationalen Indikatoren für den Bodenschutz, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin,
- Schubert, S. (2006): Pflanzenernährung. Stuttgart.
- Schulz, D. (2010): Agrarpolitik der EU – Umweltschutz-Anforderungen für die Jahre 2014 bis 2020 (CAP 2020). Dessau-Roßlau.
- Schulz, D. et al. (2009): Strategiepapier – Förderung der Ökolandbaus als strategischer Beitrag zur Verringerung umweltbelastender Stoffströme aus der Landwirtschaft in die Umwelt. Dessau-Roßlau.
- Smith, P. et al. (2004): Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. In: European Journal of Agronomy 20(2004), S. 229-236.
- Smith, P. et al. (2007): Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2008 February 27; 363(1492): 789–813.
- Smith, H. G. et al. (2010): Consequences of organic farming and landscape heterogeneity for species richness and abundance of farmland birds. In: Oecologia (2010) 162: 1071-1079.
- Sommer, S.G. & Hutchings, N.J. (2001): Ammonia emission from field applied manure and its reduction. In: European Journal of Agronomy 15(2001), S. 1-15.
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_06_04_Umweltgutachten_HD.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 14.1.2013
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2004): Umweltgutachten
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2008): Umweltgutachten 2008 - Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels. Berlin
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2011): Ökologische Leitplanken setzen, natürliche Lebensgrundlagen schützen – Empfehlungen zum Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2012): Umweltgutachten 2012- Verantwortung in einer begrenzten Welt, Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2013): Die Reform der europäischen Agrarpolitik: Chancen für eine Neuausrichtung nutzen. Berlin.
- Stahl, H. (2007): Bodenverdichtung: Stand des Wissens und der Vorsorge in Sachsen, Vortrag gehalten am 5.12.2007 in Bonn,
http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/boden/ilu_bodengefuegeschutz_051107_Bonn_Stahl.pdf, abgerufen am 30.10.2012
- Staatlicher Geologischer Dienst und BGR 2002: Ermittlung der Schutzwirkungsstufe durch angebaute Fruchtarten gegenüber der Erosion durch Wind,
http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Netzwerke/Adhocag/Downloads/Ergaenzungsregel_5_25.pdf?__blob=publicationFile&v=2, abgerufen am 30.10.2012

- Statista (2013): Wie oft entscheiden Sie sich, wenn Sie Lebensmittel oder Getränke einkaufen, für Produkte oder Marken, die in der Region angebaut werden?., <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/77030/umfrage/entscheidung-fuer-regionale-lebensmittel/>, abgerufen am 5.2.2013
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Agrarstrukturen in Deutschland – Einheit in Vielfalt. Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2007): Land - und Forstwirtschaft, Fischerei Landwirtschaftliche Bodennutzung Bodennutzung der Betriebe (Anbau von landwirtschaftlichen Zwischenfrüchten) - Agrarstrukturerhebung 2007. Fachserie 3 Reihe 3.1.8. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2010a): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Viehhaltung der Betriebe. Fachserie 3 Reihe 2.1.3. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2010b): Milcherzeugung und -verwendung. In: Fachserie 3 Reihe; 4.2.2 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011a): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Bodenbearbeitung, Bewässerung, Landschaftselemente Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden (ELPM). Fachserie 3 Heft 5. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011b): Landwirtschaft auf einen Blick, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011c): Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben – Erhebung zu Wirtschaftsdüngerausbringung, Wiesbaden.
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Wirtschaftsduenger2030222109004.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 30.10.2012
- Statistisches Bundesamt (2012a): Statistische Jahrbuch - Land- und Forstwirtschaft 2012.
- Statistisches Bundesamt (2012b): Statistisches Jahrbuch 2012 – Deutschland und Internationales, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012c): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung. Fachserie 3 Reihe 3. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012d): Produzierendes Gewerbe – Düngemittelversorgung. Fachserie 4 Reihe 8.2. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012e): Wasserwirtschaft - Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen 2008 bis 2011,
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/Unfaelle.html>, abgerufen am 24.1.2013
- Sterr, H. (2008): Assessment of Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise for the Coastal Zone of Germany. Journal of Coastal Research: Volume 24, Issue 2: pp. 380 – 393.
- Steininger, K. et al. (2005): Extreme Wetterereignisse und ihre wirtschaftlichen Folgen, Heidelberg.
- Stern, N. (2006): The Economics of Climate Change - Executive Summary, http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Executive_Summary.pdf, abgerufen am 23.11.2012
- Stock, M. et al. (2009): Risiken, Vulnerabilität und Anpassungserfordernisse für klimaverletzliche Regionen. In: Raumforschung und Raumordnung“, Heft 2/2009

- Strosser et al. (o.J.): Wasser und Landwirtschaft: Beitrag zur Analyse einer wichtigen, aber schwierigen Wechselbeziehung, http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/eau_de/report.htm, abgerufen am 31.10.2011
- Stock, M. (2009): Klimawandel aus der Sicht der Landwirtschaft, In: KTBL-Schriften 474, S. 8-13.
- Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- Succow, M. (2012): Moore im Stoffhaushalt der Natur. Vortrag gehalten am 30. Deutschen Naturschutztag, 28. September 2010 in Stralsund.
- Süß, E. (2005): Eintrag von Uran über Phosphat- und NPK-Dünger: Gefahr für das Grundwasser? Vortrag gehalten auf dem Seminar Grundwasserschutz im Sommersemester 2005 an der TU Bergakademie Freiberg. In: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2008: Schwermetalle in Düngemitteln, Dresden.
- Taube F. (2012a): Nachhaltige Intensivierung – Was bedeutet das für den Pflanzenbau? Vortrag gehalten am 23.11.2012 in Kiel. [http://fss.plone.uni-giessen.de/fss/fbz/fb09/forschung/hst/vortraege/hst-2012_taubefile/hst-2012_taubefile.pdf](http://fss.plone.uni-giessen.de/fss/fbz/fb09/forschung/hst/vortraege/hst-2012_taubefile/hst-2012_taubefile/hst-2012_taubefile.pdf).
- Taube, F. (2012b): Reichen die Regeln zur guten fachlichen Praxis (im Maisanbau)?, Vortrag gehalten auf der Hochschultagung der A&E Fakultät, am 2.2.2012 in Kiel
- TEEB (2010): The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. – <http://www.teebweb.org>.
- Tietz, A. et al. (2011): 1. Fortschrittsbericht 2010 zum Nationalen Strategieplan der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume 2007 bis 2013, Braunschweig.
- Thomas, F. et al. (2009): Kurfassung der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme, BfN-Skripten 253, Bonn.
- Thrän, T. et al. (2010): Globale und regionale räumliche Verteilung von Biomassepotenzialen. Leipzig.
- Trepl, L. (2012): Die Idee der Landschaft - Eine Kulturgeschichte von der Aufklärung bis zur Ökologiebewegung. Bielfeld.
- Trömel, S. & Schönwiese, C.-D (2005): A model fitting analysis of monthly precipitation data including probability assessments of extreme events. Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 05112, 2005.
- Tscharntke, T. et al. (2012): Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. Biol. Conserv. (2012). Doi:10.1016/j.biocon.2012.01.068
- Umweltbundesamt (o.J. c): Stickstoff - zuviel des Guten?, Dessau-Roßlau
- Umweltbundesamt (o.J. d): Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2005): Hintergrundinformationen: Sommersmog, http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/sommersmog_2005.pdf, abgerufen am 26.2.2013
- Umweltbundesamt (2009a): Feinstaubbelastung in Deutschland, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2009b): Daten zur Umwelt. Ausgabe 2009. Dessau-Roßlau. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3876.pdf>, abgerufen am 27.2.2013

- Umweltbundesamt (2009c): Hintergrundpapier zu einer multimedialen Stickstoff-Emissionsminderungsstrategie, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3982.pdf>, abgerufen am 26.2.2013
- Umweltbundesamt (2009d): Integrierte Strategie zur Minderung von Stickstoffemissionen. Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2009e): Öffentliche Wasserversorgung, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2302>, abgerufen am 23.3.2013
- Umweltbundesamt (2010a): Daten zur Umwelt – Umwelt und Landwirtschaft, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2010b): Informationen zum Luftschadstoff Feinstaub (PM10), http://www.umweltdaten.de/luft/schadstoffe/infoblatt_feinstaub_pm10.pdf, abgerufen am 26.2.2013
- Umweltbundesamt (2010c): Gewässerschutz mit der Landwirtschaft. Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2010d): Einträge von Nähr- und Schadstoffen, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2395>, abgerufen am 25.2.2013
- Umweltbundesamt (2011a): Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2277>, abgerufen am 27.2.2013
- Umweltbundesamt (2011b), Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und Ihren Wirkungen in Deutschland, 2011
- Umweltbundesamt (2011c): Ozonwirkung auf Ökosysteme, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=3671>, abgerufen am 27.2.2013
- Umweltbundesamt (2011d): Überschreitung der Critical Levels für Ozon für die Vegetation, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2869>, abgerufen am 27.2.2013
- Umweltbundesamt (2011e): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990
- Umweltbundesamt (2011f): Grundwasserqualität, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2397>, abgerufen am 27.2.2013
- Umweltbundesamt (2011g): Luft und Luftreinhalte, Luftschadstoffe, <http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/index.htm>, abgerufen am 30.9.2012
- Umweltbundesamt (2011h): Critical Loads für Versauerung, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do;sessionId=A7847AD13ADB976C768A77EF3FAF839A?nodeId=3670>, abgerufen am 5.11.2012
- Umweltbundesamt (2011i): Critical Loads für Eutrophierung, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=3598>, abgerufen am 23.3.2013
- Umweltbundesamt (2011j): Erosionsgefährdung durch Wasser, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=3167>, abgerufen am 23.3.2013
- Umweltbundesamt (2012a): Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche, <http://www.umweltbundesamt.de/indikator-anstieg-der-siedlung-verkehrsflaeche>, abgerufen am 10.12.2013

Umweltbundesamt (2012b): Biologische Vielfalt, Naturhaushalt und Landschaft

[http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878), abgerufen am 27.1.2013

Umweltbundesamt (2012c): Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2012d): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012 - Nationaler Inventarbericht zu Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2010, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (2012e): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Emissionsentwicklung 1990-2009 (Endstand 15.04.2011), www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm

Umweltbundesamt (2012f): Luft und Luftreinhalte – Feinstaub,

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/feinstaub.htm>, abgerufen am 2.2.2013

Umweltbundesamt (2012g): Emissionsentwicklung 1990 - 2007, Treibhausgase, inkl. Erweiterte Auswertung und Äquivalentemissionen der Treibhausgase,

<http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>, abgerufen am 27.2.2013

Umweltbundesamt (2012h): Organische Umweltchemikalien und Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern, [http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3170)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3170](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3170), abgerufen am 5.2.2013

Umweltbundesamt (2012i): Pathogene Mikroorganismen in Küsten- und Binnengewässern,

[http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2889)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2889](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2889), abgerufen am 7.2.2013

Umweltbundesamt (2012j): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen,

[http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3141)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3141](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3141), abgerufen am 14.1.2013

Umweltbundesamt (2012k): Düngemittelabsatz in der Landwirtschaft,

[http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2283)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2283](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2283), abgerufen am 23.3.2013

Umweltbundesamt (2012l): Pflanzenschutzmittelabsatz in der Landwirtschaft,

[http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2284)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2284](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2284), abgerufen am 23.3.2013

Umweltbundesamt (2012m): Biologische Vielfalt, Naturhaushalt und Landschaft. Indikator: Düngemittel- und Pflanzenschutzmittelabsatz in der Landwirtschaft, [http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2878), abgerufen am 23.3.2013

Umweltbundesamt (2012n): Critical Loads für Schwermetalle, [http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=5537)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=5537](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=5537), abgerufen am 23.3.2012

Umweltbundesamt (2012o): Emissionsentwicklung 1990 - 2007, klassische Luftschadstoffe,

<http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>, abgerufen am 27.2.2013

Umweltbundesamt (2013a): Emissionen von Luftschadstoffen, [http://www.umweltbundesamt-daten-zur-](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2359)

[umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2359](http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2359), abgerufen am 26.2.2013

- Umweltbundesamt (2013b): Staub-Emissionen, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3579>, abgerufen am 27.2.2013
- Umweltbundesamt (2013c): Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen ohne Methan (NMVOC), <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3575>, abgerufen am 24.2.2013
- Umweltbundesamt (2014): Minderung von Emissionen durch die europäische NEC-Richtlinie; <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/massnahmen-zur-emissionsminderung-von>, abgerufen am 30.1.2014
- Umweltbundesamt (2014b): Arzneimitteln in der Umwelt: Eintrag und Vorkommen. Unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel/arzneimittel-umwelt>, abgerufen am 14.2.2014.
- UNESCO (2009): UN- World Water Assessment Programme: Water in a changing world. Paris.
- Utermann, J. et al. (1999): Methodische Anforderungen an die Flächenrepräsentanz von Hintergrundgehalten in Oberböden. UBA Texte 95/99; Berlin
- Utermann, J. et al. (2009): Uran in Böden und Sickerwässern – gibt es Indizien für eine Phosphordünger-bürtige Uran Anreicherung? Vortrag gehalten auf der Tagung: Böden eine endliche Ressource der DGB in Bonn.
- van Elsen, Thomas (2001): Ansätze zur Landschaftsentwicklung durch Landwirtschaft – das Beispiel Marbachstal/ Kassel. In: Reents, H.-J. (Hrsg.) 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau "Von Leitbildern zu Leitlinien", S. 349-352
- van Zeijts, H. et al. (2011): Greening the Common Agricultural Policy: impacts on farmland biodiversity on an EU scale. Alterra – Wageningen.
- Velthof G.L. et al. (2007): Development and application of the integrated nitrogen model MITERRA-EUROPE. Alterra. Wageningen.
- Verband der Landwirtschaftskammern (2010): Biologische Vielfalt in Agrarlandschaften bewahren und weiterentwickeln.
- VDLUFA Arbeitskreis Nachhaltige Nährstoffhaushalte (2012): Vorschlag zur Novellierung der Düngeverordnung.
- v. Haaren et al. (2007): Landschaftsplanung – Grundlage vorsorgenden Handelns, Hrsg. BfN, Leipzig.
- v. Storch, H. et al. (1999): Das Klimasystem und seine Modellierung. Berlin.
- v. Witzke, H. et al. (2011): Fleisch frisst Land. Hrsg. WWF. Berlin.
- Wahl, J. et al. (2011): Vögel in Deutschland – 2011. DDA, BfN, Münster.
- Warren R. (2006): Impacts of Global Climate Change at different Annual Mean Global Temperature Increases. In: Schnellhuber (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change. Cambridge Univ. Press, New York.
- Weigel, H.-J. (2004): Fluch oder Segen - wie verändert der Klimawandel die Pflanzenproduktion global und hierzulande?, Braunschweig.
- Weigel, H.-J. (2008): Folgewirkung der Klimaveränderung auf die landwirtschaftliche Produktion. In: Ökolandbau und Klimawandel. KTBL-Schrift 472

- Welta agrarbericht (2009): Wege aus der Hungerkrise,
<http://www.welta agrarbericht.de/index.php?id=2224>, abgerufen am 26.2.2013
- Wessolek, G. et al. (2008): Ermittlung von Optimalgehalten an organischer Substanz
landwirtschaftlich genutzter Böden nach § 17 (2) Nr. 7 BBodSchG.
- Winckler, C. et al. (2004): Verhalten von Tetracyklinen und anderen Veterinärantibiotika in
Wirtschaftsdünger und Boden. Hrsg. Umweltbundesamt. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung –
Empfehlungen an die Politik.
- Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik (2010): EU-Agrarpolitik nach 2013 – Plädoyer für eine neue
Politik für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Räume. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik (2011): Stellungnahme – Förderung der
Biogaserzeugung durch das EEG. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV (2011b): Kurzstellungnahme zur Mitteilung
der Europäischen Kommission über die Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik bis 2020.
- Wissenschaftliche Beiräte für Verbraucher- und Ernährungspolitik sowie Agrarpolitik des
Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011):
Politikstrategie Food Labeling.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2004):
Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2006):
Sondergutachten: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2008):
Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Berlin.
- WWF (2007): Methan und Lachgas – Die vergessenen Klimagase.
- WWF (2010): Handlungsempfehlungen zur Minderung von stickstoffbedingten
Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft. Berlin
- Zebisch, M. et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien
klimasensitiver Systeme, Dessau
- Zeddies, J. et al. (2010): Globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-
Flächennutzungspotentials. Hohenheim.
- Zehetmeier, M., Baudracco, J., Hoffmann, H., Heißenhuber, A. (2012). Does increasing milk yield
reduce greenhouse gas emissions? A system approach. *Animal*. 6:1, 154-166.
- Zehetmeier, M. et al. (o.J.): Treibhausgasemissionen, Arbeitszeitbedarf und Kraftfuttereinsatz pro
Kuh in unterschiedlichen Milchproduktionssystemen, unveröffentlichtes Manuskript